

玉米 – 大豆带状间作下除草剂的筛选

杜 青,王青梅,陈 平,戴 炜,杨文钰,雍太文

(四川农业大学 农学院/农业部西南作物生理生态与耕作重点实验室,四川 成都 611130)

**摘 要:**采用单因素随机区组设计,研究了 3 种药剂(A1:60% 乙·噻·滴丁酯、A2:60% 乙·噻·滴丁酯 + 48% 灭草松、A3:48% 灭草松)与清水对照组(A4)在玉米 – 大豆间作条件下,玉米、大豆苗期农艺性状、株防效及药害等级和成熟期作物产量,考察了玉米 – 大豆带状复合种植模式下除草剂除草效果及安全性。结果表明:3 种除草剂对反枝苋、马唐防效好,对刺儿菜防效较差。药后 15 d,A1 与 A2 对杂草的防除效果最好,均在 75% 以上,其中 A2 对马唐的株防效达到了 100%。药后 30 d,各处理下的鲜重防效均在 80% 以上,A1 对反枝苋的株防除效果最好为 88.89%。玉米、大豆产量在 A2 处理下最高,分别较清水对照组高 33.7%、39.4%。3 种除草剂对玉米、大豆幼苗都有一定的药害症状,但药害等级均小于 1,从株防效和对作物产量的影响分析,A2 更适用于玉米 – 大豆带状复合种植模式。

**关键词:**玉米 – 大豆带状复合种植; 除草剂; 防效; 产量

**中图分类号:**S565.1      **文献标识码:**A      **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2017.01.0098

Screening of Herbicides in Maize-Soybean Relay Strip Intercropping System

DU Qing, WANG Qing-mei, CHEN Ping, DAI Wei, YANG Wen-yu, YONG Tai-wen

(College of Agronomy, Sichuan Agricultural University / Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Cultivation in Southwest China, Ministry of Agriculture, Chengdu 611130, China)

**Abstract:** In this study, we mainly determined the effects and safety of different herbicides, and screened out suitable herbicides used in maize-soybean relay strip intercropping system. Three herbicides included A1:60% acetochlor·metribuzin·butylate, A2:60% acetochlor·metribuzin·butylate + 48% bentazone, A3: 48% bentazone were adopted by single factor randomized block design. The agronomic characters, control effect per plant and phytotoxicity level of crops were determined in maize and soybean seedling stage, and the yield was determined in maturing stage. The results showed that three herbicides had a great control effect on *Amaranthus retroflexus* L. and *Digitaria sanguinalis* ( L. ) Scop, but the control effect of *Cirsium setosum* was poor. After 15 d used herbicide, the weed control was more effective in A1 and A2, both were above 75%, especially, the per plant effect of *Digitaria sanguinalis*( L. ) Scop was 100% in A2. After 30 d used herbicide, the fresh weight control effect of each treatment was above 80%, in A1 the control effect per plant to *Amaranthus retroflexus* L. was 88.89%. Maize and soybean yield were 33.7% and 39.4% higher than clear water control in A2 respectively. Three herbicides phytotoxicity symptoms had an negative effect to maize and soybean seedlings, but the phytotoxicity level was less than 1. Analysis from the weed effect of per plant and yield, A2 was more suitable for maize-soybean relay strip intercropping system.

**Keywords:** Maize-soybean relay strip intercropping; Herbicide; Control effect; Yield

农田杂草是指生长在农田中非人类有目的栽培的植物,贯穿于作物生长的整个生育时期<sup>[1]</sup>,通常是由多种一年生禾本科或阔叶杂草组成的复合群体<sup>[2]</sup>。杂草危害是影响作物减产的主要因素之一,对作物的品质和产量影响较大。据调查,玉米田和大豆田杂草发生的数量大,种类多且时间长,一般情况下能使玉米减产 20% ~ 30%,大豆减产 10% ~ 20%<sup>[3-4]</sup>。合理的种植模式可通过提高作物对光、温、水、气、肥等因素的利用,从而降低杂草的生物量、抑制杂草的生长<sup>[5-6]</sup>。间套作通过影响杂草对光照和养分的利用,进而降低杂草的田间覆盖度和干物质质量,如高粱与豌豆、大豆间套作,较单作相比可提高作物的光截获量和促进营养元素的吸

收量,进而降低杂草的密度与干物质<sup>[7-8]</sup>。玉米 – 大豆带状间作模式较传统的玉米间混大豆和玉米间套甘薯模式能减少杂草的种群数量 73% ~ 100%<sup>[9-11]</sup>,且对玉米行间的双子叶杂草影响最大。但是,杂草也表现出较强的竞争力,尤其是对光照和土壤养分等资源的竞争,并且产生出化感物质来抑制作物的生长发育。研究发现许多杂草及其残株能释放克生物质进而影响作物生长<sup>[12]</sup>。曾任森等<sup>[13]</sup>研究发现豚草和三叶裂豚草能挥发较强抑制作用的他感物质来抑制大豆、小麦等作物的种子萌发及玉米根系发育。

杂草危害的发生是多种多样的,禾本科、阔叶、一年生、多年生等杂草同时存在,长期单独使用一

收稿日期:2016-09-25  
基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-PS19)。  
第一作者简介:杜青(1992-),女,硕士,主要从事作物栽培生理生态研究。E-mail:duqing92066@163.com。  
通讯作者:雍太文(1976-),男,博士,教授,主要从事作物栽培生理生态研究。E-mail: yongtaiwen@sicau.edu.cn。

种除草剂很难达到完全除草的目的。研究表明 2,4 - 滴丁脂等选择性除草剂在麦田长期使用后,可有效防除阔叶杂草,但会增加看麦娘等禾本科杂草的发生<sup>[14]</sup>。除草剂的合理混用具有扩大杀草谱、提高除草效果与选择性,降低对作物的危害和施药成本的优点<sup>[15]</sup>。本试验所采用的除草剂 60% 乙·嗪·滴丁酯是乙草胺、嗪草酮和 2,4 - 滴丁酯的混剂。乙草胺是玉米、大豆田中常用的封闭式土壤处理剂。卢向阳等<sup>[16]</sup>研究表明,乙草胺与嗪草酮混用对马唐和反枝苋有相加作用。除草剂 48% 灭草松是大豆田中常用的茎叶处理剂,多用于防除马齿苋、反枝苋等双子叶植物和阔叶杂草,对禾本科植物无害<sup>[17]</sup>。目前,国内外对玉米、大豆除草剂的研究主要是集中在单一作物的除草剂的研究领域中,尚未筛选出能够适用于复合种植模式的除草剂。本研究在玉米 - 大豆间作模式下,研究 60% 乙·嗪·滴丁酯、48% 灭草松以及 60% 乙·嗪·滴丁酯 + 48% 灭草松这 3 种除草剂单剂和混剂使用的杂草防除效果以及药害状况,进而验证两种药剂的可行性,以期为玉米 - 大豆复合种植模式下除草剂的合理施用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

玉米品种川单 418 由四川农业大学玉米研究所提供;大豆品种南豆 12 由四川省南充市农业科学研究所提供。

试验使用的除草剂药剂为 60% 乙·嗪·滴丁酯和 48% 灭草松。60% 乙·嗪·滴丁酯为土壤处理剂,EC (emulsifiable concentrate) 剂型由青岛现代农化有限公司提供;48% 灭草松为茎叶处理剂,EC 剂型,

由德国巴斯夫有限公司提供。

1.2 试验设计

试验于 2015 年 6 - 11 月在四川省仁寿现代农业示范基地进行,田间杂草主要杂草为禾本科—马唐[ *Digitaria sanguinalis*(L.) Scop. ]、阔叶草—反枝苋( *Amaranthus retroflexus* L.)、菊科—刺儿菜( *Cirsium setosum*)。

采用单因素完全随机设计,共 4 个处理, A1: 60% 乙·嗪·滴丁酯、A2: 60% 乙·嗪·滴丁酯 + 48% 灭草松、A3: 48% 灭草松、A4: 清水对照,每个处理 3 次重复,总共 12 个小区,每个小区面积为 22 m<sup>2</sup> (5 m × 4.4 m)。试验采用宽窄行种植(图 1),小区带宽 2.2 m,玉米、大豆窄行行距 40 cm,玉米宽行行距 1.8 m,宽行内种 2 行大豆,玉米、大豆间距 70 cm。玉米密度为 6 万株·hm<sup>-2</sup>,穴距 30 cm,穴留双株;大豆密度为 12 万株·hm<sup>-2</sup>,穴距 15 cm,穴留 2 株。玉米、大豆同时在 5 月 14 日播种。玉米底肥施纯 N<sub>2</sub> 90 kg·hm<sup>-2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 和 K<sub>2</sub>O 各 120 kg·hm<sup>-2</sup>;玉米大喇叭口期追肥施纯 N<sub>2</sub> 120 kg·hm<sup>-2</sup>,大豆不单独施肥。其它田间管理同大田。

土壤处理剂:于玉米、大豆播种后 1 ~ 2 d 采用扇形雾喷头进行土壤除草剂的喷洒,喷洒时间为无雨情况下清晨或傍晚 4 h 内进行,药剂用量为 1 875 mL·hm<sup>-2</sup>,兑水量为 450 L·hm<sup>-2</sup>;茎叶处理剂:当大豆生长到大豆第一片三出复叶完全展开的时期,采用扇形雾喷头进行茎叶除草剂的喷洒,喷洒时间为清晨或傍晚 4 h 内无雨情况下进行。药剂用量为 3 255 mL·hm<sup>-2</sup>,兑水量为 450 L·hm<sup>-2</sup>。喷洒时避免重喷或漏喷。

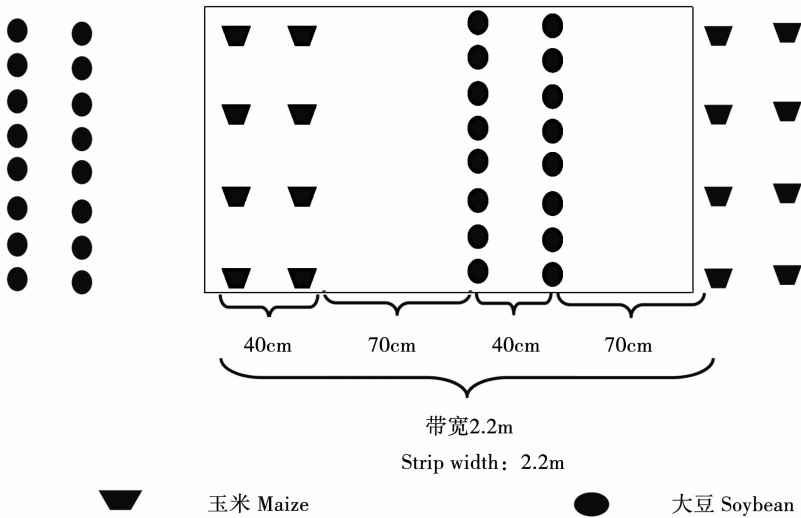


图 1 玉米 - 大豆带状复合种植模式图

Fig. 1 The diagram of maize-soybean relay strip intercropping system

1.3 测定项目与方法

1.3.1 药害情况统计 喷洒土壤处理剂后,待玉米、大豆植株生长基本稳定,对玉米、大豆所受药害等级情况进行统计。

喷洒茎叶处理剂后,对玉米、大豆植株进行同

样的受药害等级情况进行统计。具体药害等级划分标准参照魏福香<sup>[18]</sup>的方法,综合全株性药害症状(生长抑制等)和叶枯性(包括变色)症状,制订了0~5级划分标准(表1)。

表 1 药害等级划分标准  
Table 1 The rating standards of phytotoxicity levels

药害等级 Phytotoxicity level	药害症状 Symptom of phytotoxicity
0	与清水对照生长一致,无药害症状,作物生长正常
1	微见症状,局部颜色变化,药斑点叶面积10%以下,恢复快,对生育无影响
2	轻度抑制或失绿,斑点占叶面积1/4以下,能恢复,推测减产率0~5%
3	对生育影响大,叶畸形,株矮或枯斑占叶面积1/2以下,恢复慢,推测减产6%~15%
4	长或枯斑占叶面积3/4以下,难以恢复,推测减产16%~30%
5	药害严重,死苗,减收率31%以上

1.3.2 关键生育时期农艺性状及生物量的测定 在玉米五叶一心期、大豆V3期,每个小区中分别挂牌3株玉米、大豆进行株高、茎粗等农艺性状的测定,然后分别采集已挂牌的玉米、大豆植株样,最后在105℃下杀青30 min后继续在75℃烘干至恒重,测定干物质重。

1.3.3 田间杂草防效 杂草长势及多样性指标:在播种后15,30 d,每个小区中随机抽取1.5 m×2.2 m(含10穴玉米,20穴大豆),调查杂草的数目和种类。

杂草防治效果(%)=(对照区杂草数-处理区杂草数)/对照区杂草数×100

鲜重防治效果(%)=(对照区杂草鲜重-处理区杂草鲜重)/对照区杂草鲜重×100

1.3.4 作物产量 于玉米、大豆成熟期,每小区按对角线法取3个样点,每个样点连续取10株,共30株;调查玉米小区有效穗数、每穗粒数和千粒重,计算理论产量;测定大豆小区有效株数、单株荚数、每

荚粒数和百粒重,计算理论产量。

1.4 数据分析

采用Excel 2007进行试验数据汇总,采用DPS 7.05软件对试验数据进行方差分析和LSD显著性测验,显著性水平设定为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同除草剂对玉米幼苗的影响

不同除草剂对玉米幼苗的农艺性状及干物质重具有显著影响(表2)。玉米幼苗的株高在A2和A3处理与A4对照差异不显著,但均显著高于A1,分别高23.1%、33.6%。茎粗在A2下显著高于A3、A4,分别高16.18%、9.7%。玉米幼苗的单株干物质重量在不同的除草剂下无显著差异,但茎粗与单株干物质重量的变化趋势一致,均表现为A2>A1>A4>A3。从药害等级可以看出,A1与A2的药害等级最大,为0.3;A3处理下无药害产生,药害等级为0。

表 2 不同除草剂对玉米幼苗的影响  
Table 2 Effects of different herbicides on maize seedlings

处理 Treatment	农艺性状 Agronomic characters		单株干物质重 Dry matter per plant/g	药害等级 Phytotoxicity level
	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm		
A1	19.63 b	0.74 ab	0.53 a	0.3
A2	24.17 a	0.79 a	0.57 a	0.3
A3	26.23 a	0.68 c	0.50 a	0
A4	25.67 a	0.72 bc	0.52 a	0

数据为3次重复的平均值;同一列中标以不同字母的值差异达0.05显著水平。下同。  
Data in the table are the mean of three repeats. Values in the same column followed by different lowercase are significantly different at 0.05 level. The same below.

2.2 不同除草剂对大豆幼苗的影响

由表 3 得出,各个处理对大豆的株高和茎粗无显著影响,但对大豆的单株干物质重量有一定影响,A1、A2 处理抑制大豆干物质量,分别较 A4 低

15.9%、20.6%;A3 促进大豆干物重的增加,单株干物重达到 0.84 g,较 A4 高 33.3%。从药害等级来看,A1 无药害产生,A2 与 A3 大豆幼株的形态药害较小,均值小于 1,短时间内可以恢复。

表 3 不同除草剂对大豆幼苗的影响

Table 3 Effects of different herbicides on soybean seedings

处理 Treatment	农艺性状 Agronomic characters		单株干物质重 Dry matter per plant/g	药害等级 Phytotoxicity level
	株高	茎粗		
	Plant height/cm	Stem diameter/cm		
A1	12.27 a	0.27 a	0.53 c	0
A2	11.70 a	0.27 a	0.50 c	0.7
A3	12.80 a	0.32 a	0.84 a	0.3
A4	11.67 a	0.29 a	0.63 b	0

2.3 不同除草剂的杂草防除效果

药后 15 d,不同除草剂之间的株防效差异明显(表 4)。对刺儿菜的防除效果差异显著,A1 与 A2 防除效果较好,均在 74%~80%;A3 的防除效果较差,仅为 46.6%;对反枝苋的防除效果在 78%~95%,A1 的防除效果最好,为 94.56%;对马唐的株防效在 66%~100%,其中 A2 的防除效果最好,

为 100%。

药后 30 d 的株防效,各个处理都下降了 10%左右。从表 4 中看出,A1、A2 对反枝苋的株防效最好,分别为 88.89%、76.67%;A3 的株防效最差,特别是对于马唐的株防效在 15%以下。在鲜重防效中,各个处理的鲜重防效均在 80%以上,以 A2 的鲜重防效最好,为 95.27%。

表 4 不同除草剂施药后 15, 30 d 的杂草株防效和 30 d 的鲜重防效

Table 4 Effects of different herbicides on weeds control effect per plant in 15, 30 days after using herbicide and fresh weight in 30 days after using herbicide

处理 Treatment	株防效 Control effect per plant/%						鲜重防效
	刺儿菜		反枝苋		马唐		Fresh weight
	<i>Cirsium setosum</i>		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		<i>Digitaria sanguinalis</i> ( L. ) Scop		control effect/%
	15 d	30 d	15 d	30 d	15 d	30 d	30 d
A1	79.36 a	56.47 b	94.56 a	88.89 a	86.96 a	66.67 b	95.12 a
A2	76.99 a	59.44 a	86.45 b	76.67 a	100.00 a	45.95 b	95.27 a
A3	46.63 b	32.25 b	45.40 c	40.16 b	14.62 b	9.19 a	81.36 b

2.4 不同除草剂对玉米、大豆产量及其构成的影响

从表 5 可以看出,不同除草剂对玉米穗粒数有显著影响,以 A2 最高且较 A4 显著高 50.19%。玉米产量在不同的药剂处理下差异显著,以 A2 的玉米产量最高,较 A4 高 33.7%,在 A1、A3 间无显著差异,但显著高于 A4,分别高 24.6%、21.2%。玉米有效穗数与千粒重在 3 种药剂处理下均无显著

差异。

从表 6 可以看出,不同药剂处理下大豆有效株数、株粒数与百粒重均无显著差异(表 7),但各处理下的百粒重均显著高于 A4,分别高 5.4%、2.4%、5.7%;大豆产量在 A2 处最高,较产量最低的 A4 高 39.4%。

表 5 不同除草剂对玉米产量及其构成的影响

Table 5 Effects of different herbicides on maize yield and yield components

处理 Treatment	有效穗数 Productive ear number	穗粒数 Kernels per ear	千粒重 1000-grain weight/g	产量 Yield/( kg·hm <sup>-2</sup> )
A1	128.89 a	527.24 b	325.97 a	9958.9 b
A2	131.55 a	612.43 a	292.80 a	10685.7 a
A3	143.22 a	511.50 b	311.06 a	9683.6 b
A4	129.27 a	407.78 c	336.59 a	7987.8 c

表 6 不同除草剂对大豆产量及其构成的影响

Table 6 Effects of different herbicides on soybean yield and yield components

处理 Treatment	有效株数 Productive plant number	单株粒数 Seeds per plant	百粒重 100-seed weight/g	产量 Yield/( kg·hm <sup>-2</sup> )
A1	141.70 a	80.72 a	23.86 a	1542.7 a
A2	153.45 a	101.83 a	23.18 a	1608.0 a
A3	144.56 a	101.11 a	23.93 a	1243.1 b
A4	142.67 a	79.55 a	22.64 b	1153.8 b

3 结论与讨论

间套作下,杂草通过与作物争夺光、热、水、气、肥等自然资源,并利用自身的化感作用营造出不利于作物生长发育的环境<sup>[12]</sup>。因此,杂草的防除有利于提高田间作物对资源的利用率。田间杂草种类繁多,生育期长,一般除草剂单剂的杀草谱较窄、药效有限,很难一次性防治杂草。如灭草松对阔叶杂草防效较好,但在单独使用时对禾本科杂草无效,与阿特拉津混用后,可同时防除阔叶杂草与禾本科杂草<sup>[19]</sup>。研究表明,把两种及两种以上除草剂混合使用,除草效果优于单剂。Norsworthy 等<sup>[20]</sup>发现二氯喹啉酸与其他除草剂混用后,可以同时防除阔叶杂草与禾本科杂草。王仁杰<sup>[21]</sup>研究表明,81.3% 2,4-滴丁酯·噻草酮·乙草胺对玉米田中的反枝苋防效较好。本试验结果表明:60% 乙·噻·滴丁酯和60% 乙·噻·滴丁酯+48% 灭草松在药后 15 d 对反枝苋和马唐的株防效较好,而 48% 灭草松对杂草的株防效效果较差,均低于 50%。药后 30 d 的株防效较药后 15 d 均下降了 10% 左右,但 3 种除草剂的鲜重防效均在 80% 以上。前人研究表明,在玉米田中施用 81.3% 2,4-滴丁酯·噻草酮·乙草胺较空白对照可以使玉米增产 14.2%~28.7%<sup>[21]</sup>。在等量施肥处理下,乙草胺的浓度过高或过低都会抑制玉米的生长,而中等浓度的乙草胺对玉米幼苗的生长有一定的促进作用<sup>[22]</sup>。本试验表明,60% 乙·噻·滴丁酯、60% 乙·噻·滴丁酯+48% 灭草松以及 48% 灭草松对玉米幼苗干物重无较大影响,各处理间的差异不明显;而 60% 乙·噻·滴丁酯对大豆株高有较弱的抑制作用,为 19.63 cm;48% 灭草松导致了大豆的旺长;而 60% 乙·噻·滴丁酯以及 60% 乙·噻·滴丁酯+48% 灭草松则几乎没有导致幼苗旺长的副作用。在实际生产中,为了避免导致大豆的旺长,应进一步斟酌 48% 灭草松的使用。茎叶除草剂 48% 灭草松单独使用效果欠佳,应结合土壤处理剂使用。在 60% 乙·噻·滴丁酯+48% 灭草松处理下的玉米、大豆产量较清水对照分别高 33.7%、39.4%。

本试验结合 3 种除草剂对田间杂草的防效和对

玉米、大豆产量的影响,结果表明 60% 乙·噻·滴丁酯+48% 灭草松的杂草防除效果最好,玉米、大豆产量在 60% 乙·噻·滴丁酯+48% 灭草松处理下最高。因此,在玉米-大豆带状间作下,使用土壤封闭处理剂与茎叶除草剂相结合可有效防除杂草,提高作物产量。

参考文献

[1] 赵玉信,杨惠敏.作物格局、土壤耕作和水肥管理对农田杂草发生的影响及其调控机制[J].草业学报,2015,24(8):199-210. (Zhao Y X, Yang H M. Effects of crop pattern, tillage practice and water and fertilizer management on weeds and their control mechanisms[J]. Acta Pratacultura Sinica,2015,24(8):199-210.)

[2] 丁建清,农田杂草的生物防治[J].中国生物防治学报,1995,11(3):129-133. (Ding J Q. Biological control of crop weeds[J]. Chinese Journal of Biologically Control, 1995, 11(3):129-133.)

[3] 丁祖军,张洪进,张夕林,等.玉米田杂草发生规律、经济防除阈值及竞争临界期研究[J].杂草科学,2003(2):15-17. (Ding Z J, Zhang H J, Zhang X L, et al. Occurrence, economic threshold of weeds in maize field and the critical period of competition research[J]. Weed Science,2003(2):15-17.)

[4] 胡冀宁,孙备,李建东,等.植物竞争及在杂草科学中的应用[J].作物杂志,2007(2):12-15. (Hu J N, Sun B, Li J D, et al. Plant competition and its applications in weed science[J]. Crops,2007(2):12-15.)

[5] 杨友琼,吴伯志.作物间套作种植方式间作效应研究[J].中国农学通报,2007,23(11):192-196. (Yang Y Q, Wu B Z. Research of intercropping benefit of crop intercropping systems[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007,23(11):192-196.)

[6] Corre-Hellou G, Dibet A, Hauggaard-Nielsen H, et al. The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability[J]. Field Crops Research,2011,122(3):264-272.

[7] Iqbal J, Cheema Z A, An M. Intercropping of field crops in cotton for the management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) [J]. Plant & Soil,2007,300(1):163-171.

[8] Abraham C T, Singh S P. Weed management in sorghum-legume intercropping systems[J]. Journal of Agricultural Science,1984,103(11):103-115.

[9] 张群,王小春,杨峰,等.玉米品种和大豆播期对冬油菜收获后玉-豆带状复合体系产量和效益的影响[J].大豆科学,2014,33(3):334-339. (Zhan Q, Wang X C, Yang F, et al. Effects of

maize varieties and soybean seeding time on yield and benefit of maize-soybean relay-planting system after winter rape harvest[J]. Soybean Science,2014,33(3):334-339.)

[10] 王小春,杨文钰. 玉米-大豆带状间套作全程机械化迈上新台阶[J]. 大豆科技,2012(6):48-50. ( Wang X C, Yang W Y. Maize-soybean relay strip intercropping system mechanization to a new level[J]. Soybean Science & Technology,2012(6):48-50.)

[11] Carruthers K, Fe Q, Cloutier Q, et al. Intercropping corn with soybean, lupin and forages; Weed control by intercrops combined with interrow cultivation [J]. European Journal of Agronomy, 1998,8(3):225-238.

[12] 黄高宝,柴强. 植物化感作用表现形式及其开发应用研究[J]. 中国生态农业学报,2003,11(3):172-174. (Huang G B, Cai Q. Acting formation and applying development of allelopathy[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture,2003,11(3):172-174.)

[13] 曾任森,骆世明. 香茅、胜红蓟和三叶鬼针草植物他感作用研究[J]. 华南农业大学学报,1993(4):8-14. ( Zeng R S, Luo S M. Study on allelopathic potentials of *Cymbopogon citratus* [J]. Journal of South China Agricultural University,1993(4): 8-14.)

[14] 黄顶成,尤民生,侯有明,等. 化学除草剂对农田生物群落的影响[J]. 生态学报,2005,25(6):1451-1458. ( Huang D C, You M S, Hou Y M, et al. Effects of chemical herbicides on bio-communities in agroecosystem [J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25 (6):1451-1458.)

[15] 徐淑芬,苏少泉,翟琦,等. 大豆苗前除草剂多元混用的研究 [J]. 植物保护学报,1987(1):65-70. ( Xu S F, Su S Q, Zhai Q, et al. A study on the multicomponent application of preemergence herbicides in soybean fields[J]. Acta Phytopylacica Sini-ca,1987(1):65-70.)

[16] 卢向阳,方矩生,徐筠,等. 乙草胺和嗪草酮水基性制剂的研制及其应用[J]. 华北农学报,1999,14(4):128-133. ( Lu X Y, Fang J S, Xu J, et al. Formulation and application of a water-based mixtruweth acetochlor and metribuzin[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica,1999,14(4):128-133.)

[17] 林郁. 农药应用大全[M]. 北京:农业出版社,1989. ( Yu L. Pesticide applications[M]. Beijing: Agriculture Press,1989.)

[18] 魏福香. 除草剂药害试验方法[J]. 杂草科学,1992(3):18-21. ( Wei F X. Test method for herbicide phytotoxicity [J]. Weed Science,1992(3):18-21.)

[19] 冯巨忠,刘泰安. 灭草松玉米田除草试验[J]. 农药,1990(5):59. (Feng J Z, Liu T A. Bentazone weed control test in corn field [J]. Agrochemicals,1990(5):59.)

[20] Norsworthy J K, Bangarwa S K, Scott R C, et al. Use of propanil and quinclorac tank mixtures for broadleaf weed control on rice (*Oryza sativa*) levees [J]. Crop Protection, 2010, 29 (3): 255-259.

[21] 王仁杰. 81.3%2,4-滴丁酯·嗪草酮·乙草胺乳油防除玉米田杂草效果[J]. 现代化农业,2011(9):7. ( Wang R J. Effect of 81.3% Butyl 2,4-D metribuzin · acetochlor EC on controlling weeds in maize field[J]. Modernizing Agriculture,2011(9):7.)

[22] 武叶叶,何红波,冯慧敏,等. 农田黑土中不同浓度乙草胺对玉米苗期生长的影响[J]. 土壤通报,2008,39(4):953-956. (Wu Y Y, He H B, Feng H M, et al. Effect of different concentration of acetochlor on the maize seedling growth in the agricultural mollisol[J]. Chisnese Journal of Soil Science,2008,39(4): 953-956.)

## 大豆肽——前景广阔的食品原料

大豆肽是从大豆中提取的一种多功能肽类物质,它除具有一般的蛋白质营养作用外,还具有良好的营养特征、生理功能和加工特性,是一种非常有前途的功能性食品原料。由于其独特的加工性能,在食品生产等诸多领域有着广泛的应用前景。

良好的营养特征和加工性能

功能肽作为食品原料的合适性在于其良好的溶解性能。低分子的功能肽水溶性好,不受 pH 值和加热的影响,即使在高浓度下受热也不致发黏,仍具有良好的流动性,有利于食品生产中的浓缩、喷雾操作及灌装。功能肽的另一突出加工特性,是其良好的吸湿保湿性,利用这一性能应用于生产豆制品,可使产品软化,改善口感,保持水分,使品质和风味更佳。另外一些功能肽在一定的水解度条件下具有良好的发泡性,例如大豆肽、大米肽等,在焙烤食品中可使产品品质疏松、口感好。

良好的吸湿保湿性及发泡性,在面包生产中可增加面团韧性和黏性,减少面包失水,延缓面包的老化,延长产品的货架寿命,使面包质地柔软、新鲜、体积增大,香气增加。从目前的资料来看,功能肽能够抑制蛋白质的凝胶性,应用这种性质于生产中可调整蛋白食品的硬度,改善口感。如鱼类、肉类这种高蛋白食品,如果向其中加入少量的功能肽,可突出制品的肉类风味,明显地提高制品的鲜香度,改进品质使之具有弹性,质地柔软。

功能肽营养丰富,易被微生物吸收利用,具有促进微生物生长发育、活跃代谢的作用。研究表明,它可促进乳酸菌和霉菌的增殖,促进双歧杆菌的生长发育,增强面包酵母的产气能力。在食品生产中向酸奶、醋、酱油等发酵食品中添加功能肽可提高产品的营养价值,改善品质、增强风味及提高生产效率,另外它还可用于生产酶制剂。良好的乳化性和乳化稳定性是功能肽不可多得的又一加工特性,在食品生产中它能迅速地乳化脂肪。对于乳化性要求高的食品可加入一定量的功能肽,例如:调制乳化性较强的香肠,加入功能肽后增强了产品的浓厚感,滋味可口,营养价值高。

可开发多种功能性保健食品

大豆肽良好的营养特性、保健特性及加工性能使其具有广阔的市场空间,利用大豆肽为原料,可开发出许多功能性保健食品,包括医疗食品、蛋白饮料、老年及营养强化食品、运动营养食品、减肥食品、发酵促进剂和营养性化妆品等。

转自《中国食品报》