

中国大豆抗孢囊线虫 4 号生理小种育种鉴定标准商榷

任小俊,马俊奎,史 宏,王 勇,任冬莲,赵晶芸,刘学义

(山西省农科院经济作物研究所,汾阳 032200)

摘要 选择一组抗孢囊线虫 4 号生理小种育种亲本材料进行抗性鉴定,结果表明:品种间抗性存在极显著差异,且呈现连续性变化,根部孢囊附着量平均表现为 0~145 个。按照传统孢囊线虫鉴定分类标准,黑种皮的高抗抗源对 SCN4 号生理小种抗性十分稳定,灰布支黑豆和 PI437654 的孢囊附着量分别为 2.67 和 0 个;绝大部分黄种皮亲本材料抗性均表现为高度感病,只有 1267 和 1259 表现为中感。对于 4 号强毒生理小种的特殊性,实际中将无法选育到抗性品种以解决生产需要问题。利用品种间抗性存在的差异和连续性变化,并比较其它方法,建议抗孢囊线虫 4 号生理小种育种鉴定标准划分为 5 级,分别为免疫、高抗、抗、感和高感,其 IP 指数(%)以 Lee 为对照时分别为 0、0.1~15、15.1~50、50.1~100 和 >100。黄种皮大豆品种晋豆 19 号对 4 号生理小种反应稳定,可作育种参考对照。

关键词 大豆;育种;孢囊线虫;4 号生理小种;抗性标准

中图分类号 S565.103.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)04-0473-06

DISCUSS ON STANDARD OF SOYBEAN BREEDING FOR DETERMINE RESISTANCE TO CYST NEMATODE RACE 4 IN CHINA

REN Xiao-jun, MA Jun-kui, SHI Hong, WANG Yong, REN Dong-lian, ZHAO Jing-yun, LIU Xue-yi

(Industrial Crop Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Fenyang, 032200)

Abstract A group of varieties used to breeding for resistant to cyst nematode race 4 were elected in the research. The results showed that there were variance between varieties obviously and continuously, and the average number of cyst nematode in the roots were 0~145. According to classify standard of history deal with the examination, varieties with black seed coat which had been know resistant to cyst nematode race 4, such as Huibuzhihedou and PI437654 there were cyst nematode 2.67 and 0 in the roots respectively, retain resistance clearly. But most varieties with yellow seed coat represent high sensitive, only 1259 and 1267 were mid-resistant. In practice it was difficult to breed new varieties resistant to cyst nematode race 4 with yellow seed coat. Compared with other method, using the continuous variance of varieties resistant to cyst nematode race 4, it suggested new standard including five-level using in procedure of breeding: immune, high resistant, resistant, sensitive and high sensitive. Correspond to index of parasitism refer to variety Lee

收稿日期:2007-01-11

基金项目:本研究受 863 课题(2006AA10Z1F4)支持

作者简介:任小俊(1969-),女,助理研究员,主要从事大豆育种研究。

通讯作者:刘学义,研究员, E-mail: lxy1959@126.com

in percent were:0,0.1~15,15.1~50,50.1~100 and> 100. The variety Jindou 19 with yellow seed coat and high yield response to cyst nematode race 4 steady,may use as reference control.

Key words Soybean;Breeding;SCN Race 4;Resistance identify

大豆孢囊线虫(*Heteroclera glycyines* Ichinohe,简称SCN)是世界范围内影响大豆产量重要因素。在控制大豆孢囊线虫的措施中,选育抗SCN的大豆品种,是解决SCN问题的根本措施^[1~5]。按照Riggs和Chmitt的分类标准,理论上存在16个生理小种^[6]。世界各大豆产区的生理小种分布不同,在美国存在有1~7和9、10、14、15、16号生理小种^[1,2,7~9];日本有1、3、4、和5号生理小种^[8];我国有1、2、3、4、5和7号生理小种^[1]。需要指出的是,我国习惯上把国外的14号小种看成为4号生理小种^[1]。据国内调查,1、3、4号生理小种分布面积较大,其中4号生理小种致病最强,3号生理小种致病力最弱^[1]。山西省及华北地区主要是以毒性较强的4号生理小种为优势小种存在,是典型的4号生理小种病区^[2,4,10]。

大豆对SCN 的鉴定标准主要根据大豆植株根部着生的孢囊数来决定。划分抗病性的标准有两套体系:一是直接以根上的孢囊的绝对数目来判断,另一则根据寄生指数(IP, Index of Parasitism)来判断。寄生指数指测试植株根上着生的孢囊数占感病对照根上孢囊数的百分比,有时也称雌成虫指数。Ross和Brim把每个根系上少于10个孢囊,并且低于邻近对照行根上的孢囊的材料定为抗病材料^[8]。目前,在美国采用孢囊数判定抗病性的划分指标多为:高抗为0~5个、中抗6~10个、中感11~30个和高感30个以上^[6,9,11,12]。Golden等在生理小种鉴定中,把主植株繁殖的雌成虫与对照Lee上繁殖的雌成虫的比值作为评价抗病性的标准^[8]。小于10%为(-)反应即抗病,大于10%为(+)反应即感病。后来,这种划分标准(即IP10%为感病)被广泛应用于种质及品系的抗病性鉴定。中国大豆资源鉴定标准基本与美国相同。按根上孢囊数分为五级:免疫为0个、高抗0.1~3.0个、中抗3.1~10个、中感10.1~30个和高感30个以上^[1~13]。按孢囊指数分为二级:IP<10%为抗病,IP≥10%为感病。Schmitt等总结了多数育种家的意见后,提出鉴定大豆抗病性的IP标准为:高抗,0~9%;中抗,10%~30%;中感,31%~60%;大于60%为高感^[12]。

目前已知的对SCN4号生理小种抗源均为黑种皮大豆类型,如灰布支、应县小黑豆和PI437654等^[2,15]。我国报道已选育出部分抗4号生理小种的黄种皮大豆品种,然而其抗性方面的表述均不明确。经典遗传和分子标记研究表明,位于A连锁群上控SCN抗性一个主基因与黑种皮基因密切连锁^[11,14]。按照传统SCN鉴定分类标准,对于4号强毒生理小种的特殊性,实际中将无法选育到抗性品种以解决生产需要问题。因此,建立我国抗SCN4号生理小种育种鉴定新标准是十分必要的。

1 材料和方法

1.1 材料

选择41份抗SCN4号生理小种育种亲本材料和部分抗源材料,以Lee为对照(表1),包括黄种皮材料33份,黑种皮材料8份。试验开始前,黑种皮材料均为已知对SCN4号生理小种表现高抗,其中1259(黑)和1267(黑)为本单位从不稳定的黄种皮抗源材料1259和1267中选择而来;黄种皮大豆中,已知1259和1267对4号生理小种有抗性^[10],JEFF(来源于美国)、抗线1号和嫩丰15已知对4号生理小种以外其它生理小种有抗性。

1.2 方法

采用塑料玻柱方法^[4]进行SCN4号生理小种鉴定。试验采用完全随机区组设计,3次重复,每次重复每份亲本种7钵,出苗后剔除小苗,每钵留2株。待雌性线虫发育成熟时计数单株根部孢囊数。鉴定时对每重复逐株进行鉴定,去掉一个最大值,去掉一个最小值,平均值作为此重复该亲本根部的孢囊量。试验在SCN鉴定专用温室内进行。

鉴定用病土来源于山西省农科院经济作物研究所试验农场大豆SCN虫病圃,经鉴定为4号生理小种。按照前人研究结果,每百克风干土孢囊量达到20个,即可满足SCN鉴定要求,本试验每百克风干土孢囊含量为80~149个。

按照供试材料根部孢囊附着量,用不同标准进行抗性分级。

2 结果与分析

2.1 品种间孢囊附着量

经过鉴定,供试品种孢囊附着量平均数表现为 0~145.67 个,品种间差异极显著(表 1)。对照品种 lee 孢囊附着量平均为 87.06 个。在孢囊线虫鉴定中,Lee 作为标准的感病对照,在国际上得到普遍应用。至于最初在确定 Lee 为对照时,是否 Lee 为最感病品种,现在难以知道。但是,本鉴定结果中 Lee 相对于部分品种来说,还是具有一定的抗性,这可能与 Lee 长期作为对照有关。供试品种有 15 个材料的抗性弱于 Lee,均为黄种皮类型,孢囊附着量 87.17~145.67 个。比对照抗性强的 25 个品种中,有黄种皮品种 17 个,孢囊附着量 19.50~84.60 个;黑种皮品种 8 个,孢囊附着量 0~3.67 个。已知对 SCN4 号生理小种有抗性材料的确表现出抗性优势,对 SCN 其它生理小种有抗性材料亦表现较强抗性。

2.2 IP 指数分析

按照孢囊附着量,以 Lee 为对照,IP 为 100%,获得供试品种的 IP 指数。IP 指数范围为 0~167.33%。只有已知高抗的黑种皮材料 IP 指数小于 10%,其余黄种皮材料均大于 10%。如果按 IP 标准对 SCN 虫 4 号生理小种鉴定进行抗性分类,那么黄种皮大豆包括已知的 1259 和 1267 均为感病类型。显然,IP 指标不适应 4 号生理小种抗性分类。

2.3 我国 SCN 抗性分类标准分析

我国大豆资源鉴定标准中,按根上孢囊附着量

分为五级:免疫为 0 个、高抗 0.1~3.0 个、中抗 3.1~10 个、中感 10.1~30 个和高感 30 个以上。以此标准,本试验中,PI437654 为免疫;交城黑豆、1267(黑粒)、山阴大黑豆、应县小黑豆和兴县灰布支黑豆的孢囊附着量为 0.77~2.67 个,为高抗,符合前人研究结果^[2];五寨黑豆孢囊附着量为 3.67,属于中抗类型;黄种皮的 1259 和 1267 孢囊附着量分别为 19.50 和 27.67,显然属于中感类型;其它品种均属于高感(表 1)。五寨黑豆在来源于山西的抗性材料中,抗性较弱,本试验表现为中抗亦符合常规。但是,已知 1259 和 1267 属于创新的抗 SCN4 号生理小种材料,其抗性是肯定的,在本研究中抗性表现良好,而利用这一标准其属于感病类型。可见,除 1259 和 1267 外,其它黄种皮材料中难以出现抗性材料,意味着按照此标准选育不到抗 SCN4 号生理小种材料。

2.4 Schmitt 育种标准分析

Schmitt 育种标准以 IP 指数为依据:高抗为 0~9%、中抗 10%~30%、中感 31%~60%、高感为大于 60%。这一标准是针对所有生理小种提出的,我国在应用中还没有公开使用该方法。用该标准检验本试验结果,并与我国 SCN 抗性分类标准比较,发现 1267 由中感变化为中抗,而中感材料除 1259 外增加了汾豆 38 号、冀 8711-11 和抗线 1 号(表 1)。分类结果虽然比我国 SCN 抗性分类标准放松了很多,仍然有苛刻感觉。

表 1 供试材料孢囊线虫 4 号生理小种抗性鉴定及不同评价方法分级结果

Table 1 SCN value and the result of different determine standard among varieties

编号 Code	品种名称 Variety		平均孢 囊量 Average	显著性差异 Variance analysis	IP 指数 Index of parasitism	IP 标准 IP index	孢囊数分级 Number standard	Schmitt 育种标准 Schmitt standard	4 号建议标准 Suggest standard
1	早熟 18	Zaoshu 18	145.67	A	167.33	+	高感	高感	高感
2	冀豆 4	Jidou 41	35.87	AB	156.06	+	高感	高感	高感
3	晋豆 23	Jindou 23	128.00	AB	147.03	+	高感	高感	高感
4	MSP287	MSP 287	124.23	AB	142.70	+	高感	高感	高感
5	诱处 4	Youchu 4	116.63	B	133.97	+	高感	高感	高感
6	981P-60	981P 60	109.70	BC	126.01	+	高感	高感	高感
7	诱变 31	Youbian 31	103.27	BC	118.62	+	高感	高感	高感
8	遗 8511-6	Yi8511-6	100.87	BC	115.86	+	高感	高感	高感
9	981P-116	981P-116	100.43	BC	115.36	+	高感	高感	高感
10	晋豆 20	Jindou 20	99.03	BC	113.75	+	高感	高感	高感

(续表 1)

编号 Code	品种名称 Variety		平均孢 囊量 Average	显著性差异 Variance analysis	IP 指数 Index of parasitism	IP 标准 IP index	孢囊数分级 Number standard	Schmitt 育种标准 Schmitt standard	4 号建议标准 Suggest standard
11	99G4—87	99G4—87	92.87	BC	106.67	+	高感	高感	高感
12	中作 98P22	Zzuo 98p22	92.33	BC	106.05	+	高感	高感	高感
13	晋豆 24	Jindou 24	91.53	BC	105.13	+	高感	高感	高感
14	晋豆 19	Jindou 19	90.23	C	103.64	+	高感	高感	高感
15	86040	86040	87.17	C	100.13	+	高感	高感	高感
16	Lee	Lee	87.06	C	100	+	高感	高感	感
17	汾豆 31	Fendou 31	84.60	CD	97.17	+	高感	高感	感
18	鲁豆 4	Ludou 4	81.70	CD	93.84	+	高感	高感	感
19	8272	8272	75.27	CD	86.46	+	高感	高感	感
20	晋豆 22	Jindou 24	71.90	CD	82.59	+	高感	高感	感
21	汾豆 46	Fendou 46	71.53	CD	82.16	+	高感	高感	感
22	Jeff	Jeff	69.93	CD	80.32	+	高感	高感	感
23	中作 88—D09	Zzuo 88—D09	68.97	CD	79.22	+	高感	高感	感
24	汾豆 49	Fendou 49	68.17	CD	78.30	+	高感	高感	感
25	晋豆 11	Jindou 24	66.73	CD	76.65	+	高感	高感	感
26	汾豆 33	Fendou 33	66.03	CD	75.84	+	高感	高感	感
27	晋豆 21	Jindou 21	60.63	D	68.95	+	高感	高感	感
28	嫩丰 15	Neifeng 15	57.03	DE	65.51	+	高感	高感	感
29	抗线 1	Kangxian 1	38.93	DE	44.72	+	高感	中感	抗
30	冀 8711—11	Ji 8711—11	35.00	E	40.20	+	高感	中感	抗
31	汾豆 38 号	Fendou 31	30.90	E	35.49	+	高感	中感	抗
32	1259(黄)	1259(yellow)	27.67	E	31.78	+	中感	中感	抗
33	1267(黄)	1267(yellow)	19.50	EF	22.39	+	中感	中抗	抗
34	五寨黑豆	Wuzhaiheidou	3.67	F	4.21	—	中抗	高抗	高抗
35	1259(黑)	1259(black)	3.37	F	3.87	—	中抗	高抗	高抗
36	灰布支黑豆	Huibuzhi	2.67	F	3.06	—	高抗	高抗	高抗
37	应县小黑豆	YXXheidou	1.83	F	2.10	—	高抗	高抗	高抗
38	山阴大黑豆	SYDheidou	1.70	F	1.95	—	高抗	高抗	高抗
39	1267(黑)	1267(black)	1.03	F	1.18	—	高抗	高抗	高抗
40	交城黑豆	Jchengheidou	0.77	F	0.09	—	高抗	高抗	高抗
41	PI437654	PI437654	0	F	0	—	免疫	高抗	免疫

2.5 建议抗 SCN4 号生理小种育种标准确定

2.5.1 正态分类 自然界许多事件符合正态分布规律。不考虑已知对 SCN4 号生理小种有抗性材料,对其它材料做正态分布图时,显然大豆对 4 号生理小种抗性基本符合正态规律(图 2)。如果按照标准正态分布分析进行 SCN 抗性分类,大约为分布曲线的两个末端,各 2.5% 的范围可考虑为高抗和高感类型,剩余的以群体平均数为界,大于平均孢囊附着量的为抗,小于平均数的为感。除已知抗性材料外的平均数为 93.0,小于孢囊附着量 93 即表 1 中第 14 号品种晋豆 19 号至 31 号品种汾豆 38 号均为抗性材料。按照正态分布规律进行分类,具有一定的科学性,特别在育种研究中有重要价值。但是,在抗 SCN 抗性分类中最初采用了从严标准,并得到了普遍认可,因此,正态分类方法扩大了抗性范围,具有合理不合情特色。

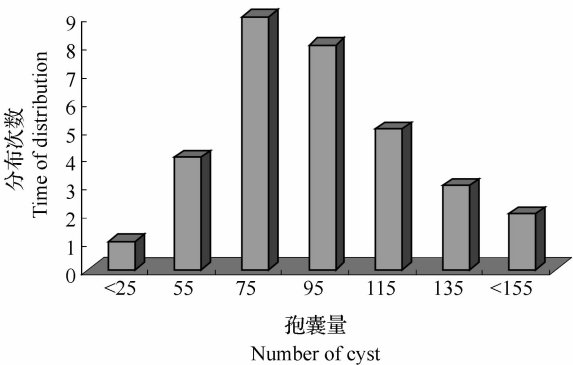


图 2 非抗性材料对孢囊线虫抗性分布
Fig.2 Distributing map about Non-resisted varieties resistance to SCN race 4

2.5.2 SCN4 号生理小种育种建议标准 综合上述各种分类情况,考虑 4 号生理小种的特殊性和育种需要,建议采用一套新的鉴定标准(表 3)。

表 3 抗 SCN4 号生理小种抗性建议标准
Table 3 Advice standard for breeding resist to SCN race 4

抗性级别 Level	免疫 Immune	高抗 High resistant	中抗 Mid resistant	中感 Sensitive	高感 High sensitive
IP 指数 IP index (%)	0	0.1~15	15.1~50	50.1~100	100 以上
孢囊附着量(本试验) SCN number(this trial)	0.1~17	18~43	44~87	88~142	

通过这一套标准的分类,与 Schmitt 的育种标准相比较,高抗品种变化不大,只是适当扩大了中抗类型和中感范围。试验中,Schmitt 育种标准分类的中感材料,新分类均变化为中抗材料。其中,1259 和 1267 属于中抗,来源于东北的抗线 1 号(已知对 1,3 和 5 号有抗性)新加入抗 4 号范围,冀 8711-11 和汾豆 38 号成为新抗类型。原来高感材料中的近 1/2 转变为中感材料。

2.5.3 辅助对照的选择 所谓选择抗线虫大豆新品种,主要是针对黄种皮材料而言。对于抗 SCN 新品种选和抗性鉴定过程来说,具有一个高产、多抗、优质且大面积种植的黄种皮对照将是十分有利的。Lee 是理想的抗 SCN 鉴定对照。但作为品种选育过程的对照时,在高产、多抗、优质等方面存在欠缺。在与 Lee 相似品种中,有晋豆 19 号对孢囊反应接近,显著性测验属于同一水平(表 1),且其对孢囊抗性稳定性较好^[15],具有高产、多抗、优质特性,故可作为育种辅助对照。

3 讨论

3.1 建议标准可行性问题

SCN4 号强毒性生理小种存在着特殊性。依据前人研究结果,对 4 号强毒性生理小种有抗性的材料,一般都具有对其它小种抗性。原有的各种分类标准应用于 4 号生理小种时,的确难于选育到抗性材料,这也是我国抗 SCN 育种遇到的问题。建立新标准非常有必要。

新标准扩大了中抗类型和中感范围。对于高抗类型,本试验绝对孢囊附着量理论值为 0.1~17 个(表 2),其最大值 17 仅占对照(Lee)19.53%,占孢囊附着量平均数的 18.28%,占最大孢囊附着量品种早熟 18 号的 11.67%,比例值为 1/5~1/10,足以表示了抗性的存在。中抗品种绝对孢囊附着量理论值为 18~43 个,最大值分别占对照品种 Lee 和早熟 18 号的 50%和 29.5%。既然是中抗品种,抗性也比较明显。试验仅有 5 个品种属于该范畴(表 1),

有3个已知对SCN有抗性,并没有囊括更多的品种。因此,新标准有一定合理性。对于选育黄种皮的栽培品种来说,43个以下的孢囊附着量的中抗品种,可以满足生产需要并不构成巨大产量威胁,同时也不会导致生理小种毒性变化。

3.2 实际应用需要注意的问题

本标准仅适用对SCN4号强毒性生理小种鉴定,其它生理小种可以参考。鉴定时对于中抗材料应注意鉴定的准确性,主要是考虑随着抗性降低时,品种对SCN虫的反应存在较大的变异,可以通过增加试验重复来解决。病土中的孢囊数量或质量差异可导致不同试验鉴定材料根部孢囊附着量变化,应以IP指数抗性作为分类的最终标准。增加参考对照有利于抗性品种选育。对于新标准在应用中还存在哪些问题,需要实践验证。

参 考 文 献

- [1] 大豆种质抗大豆孢囊线虫鉴定协作组. 大豆种质资源对大豆孢囊线虫1、3、4号生理小种的抗性鉴定[J]. 大豆科学, 1993, 12(2): 91—99.
- [2] 李莹, 王志, 卫保国, 等. 大豆孢囊线虫4号生理小种抗源的筛选与利用[J]. 大豆科学, 1987, 6(4): 291—297.
- [3] 刘维志. 关于加快抗大豆孢囊线虫病大豆品种选育问题商榷[J]. 大豆科学, 1986, 5(1): 77—82.
- [4] 刘学义, 马俊奎, 任小俊, 等. 塑料钵柱法在大豆抗大豆孢囊线虫鉴定中的应用[J]. 华北农学报, 1998, 13(专刊): 92—96.
- [5] Anand, S. C. New soybean strain resistant to soybean cyst nematode[J]. Plant Disease, 1982, 66: 933—934.
- [6] Riggs R D, Schmitt D P. Complete characterization of the race scheme for *Heterodera glycines* [J]. Nematol, 1988, 20: 392—395.
- [7] 吴和礼, 姚振纯, 李秀兰, 等. 大豆孢囊线虫病鉴定技术的研究[J]. 大豆科学, 1984, 3(1): 2—3.
- [8] 颜清上, 王连铮, 常汝镇. 大豆孢囊线虫抗源筛选利用研究概述[J]. 大豆科学, 1997, 16(2): 162—167.
- [9] Anand S C, Myers G O. Genetic relationships between PI43-7654 and other sources of resistance to soybean cyst nematode races 3, 5 and 14[J]. Soybean Genetic. Newsletter. 1992, 19: 149—155.
- [10] 李莹, 李原平, 赵卫红. 抗大豆孢囊线虫4号生理小种新品种的选育[J]. 华北农学报, 1994, 9(2): 33—38.
- [11] 卢为国. 大豆对孢囊线虫抗性遗传与分子标记研究进展[J]. 大豆科学, 2004, 23(9): 59—65.
- [12] 颜清上. 大豆抗大豆孢囊线虫病鉴定方法研究进展[J]. 大豆科学, 1995, 14(2): 151—159.
- [13] 刘汉起, 商绍刚, 霍虹, 等. 大豆品种对大豆孢囊线虫1、3、4号生理小种的抗性[J]. 大豆科学, 1989, 8(1): 113—114.
- [14] 蒙忻, 刘学义, 方宣钧, 利用大豆分子连锁图定位大豆孢囊线虫4号生理小种抗性QTL[J]. 分子植物育种, 2003, 1(1): 6—21.
- [15] 马俊奎, 任冬莲, 任小俊, 等. 抗大豆孢囊线虫4号生理小种育种骨干亲本抗性差异分析[J]. 大豆科学, 2003, 25(1): 59—65.
- [16] 马书君, 张玉华, 薛庆喜, 等. 大豆种质资源对大豆孢囊线虫3号生理小种的抗性研究[J]. 大豆科学, 1991, 10(3): 165—170.
- [17] Epps, J. M. Reaction of soybean varieties and strains to race 4 of the soybean cyst nematode[J]. Journal of Nematode, 1972, 4(4): 222.
- [18] Young L D. Soybean germplasm resistance to race 3, 5 and 14 of soybean cyst nematode[J]. Crop Science. 1995, 35(2): 895—896.

欢迎订阅 2008 年《黑龙江农业科学》

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性科技期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊、“中国期刊方阵”期刊、《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊、CNKI 系列数据库、万方数据库、重庆维普中文科技期刊数据库和华艺电子出版事业群收录期刊。本刊坚持以高新实效为原则,以服务科研、服务生产为宗旨,主要报道最新的农业科研成果、先进技术、发展趋势以及新产品、新品种等,能够全面反映黑龙江省特色、内容丰富、栏目新颖、信息量大、可读性强。设有作物育种、耕作栽培、土壤肥料、植物保护、畜牧兽医、园林园艺、质量安全、农村能源、食用菌、遥感、三农问题研究、农技推广、品种简介、农业信息等栏目以及各类广告业务宣传,如:新品种、新产品、重点实验室、研究所、企业简介等。本刊发行面广,读者群大:农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广部门的科技人员、管理干部和广大农民群众等。

本刊为国际大十六开本,彩色四封,120页,双月刊,刊号:ISSN1002—2767, CN23—1204/S, 邮发代号14—61, 广告经营许可证号:2301004010072, 单月10日出版,每期定价8.00元,全年48.00元。全国各地邮局(所)均可订阅。漏订者可汇款至本刊编辑部补订。

另外,编辑部现有少量2005年、2006年合订本珍藏版。每册70元,邮费5元,共计75元。

地址:哈尔滨市南岗区学府路368号《黑龙江农业科学》编辑部

电话:0451—86668373 邮编:150086

电子函件:nykx13579@sina.com;nykx13579@126.com