

基于GAP认证的黄芪主要病虫害防控技术模式构建与评价

惠娜娜, 郑果, 王立, 李继平

(甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以绿色高效为目标, 构建基于GAP的病虫害防控技术模式, 为黄芪主要病虫害科学防控提供参考, 提升甘肃省黄芪的生产水平和产业竞争力。构建了生物防控和综合防控2种黄芪病虫害防控新技术模式, 并与常规生产技术模式进行了比较。结果表明, 2023、2024年生物防控与综合防控技术模式下黄芪的出苗提高率、对根腐病和地下害虫的相对防效以及产量均显著高于常规模式。其中, 生物防控模式的出苗率提高率分别为5.12%、6.00%, 根腐病防效分别为66.47%、63.73%, 地下害虫相对防效分别为42.68%、40.82%, 增产率分别为40.18%、48.24%; 综合防控模式出苗提高率分别为4.24%、3.70%, 根腐病防效分别为73.32%、70.18%, 地下害虫相对防效分别为42.68%、33.67%, 增产率分别为34.56%、43.41%。综合防控模式对黄芪白粉病和蚜虫的防效显著高于生物防控模式, 但生物防控模式黄芪的增产率显著高于综合防控模式。因此, 本研究基于GAP构建的黄芪病虫害生物防控模式和综合防控模式明显优于当地常规栽培模式, 建议在甘肃药材核心产区大面积推广应用。

关键词: GAP认证; 黄芪病虫害; 生物防控技术; 综合防控技术; 模式构建

中图分类号: S567.23

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2026)04-0361-06

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2026.04.012

黄芪 (*Astragalus membranaceus*) 为豆科多年生草本植物, 是我国传统的药用植物之一, 以根入药, 含有多糖、皂苷类、黄酮类等物质^[1-4], 有补气利水和增强机体免疫功能的作用, 且在抗癌辅助治疗方面具有明显效果^[5]。我国栽培黄芪以蒙古黄芪或膜荚黄芪为主^[6-7]。近年来, 随着甘肃省种植业结构的调整, 轮作周期缩短、连作面积增加, 黄芪病虫害发生加重, 直接影响黄芪质量和品质^[8]。黄芪田发生的病害有白粉病、根腐病、锈病、紫纹羽病、霜霉病、白绢病, 其中白粉病、根腐病危害较重; 害虫有蚜虫、豆荚螟、种子小蜂、豆芫菁及地下害虫, 其中危害较重的有蚜虫和地下害虫。当前黄芪生产中, 病虫害的防控主要依靠多菌灵、甲基硫菌灵、辛硫磷和溴氰菊酯等化学药剂^[9], 长期依赖单一化学农药的防控策略不仅导致靶标生物抗药性增强, 还会大量杀伤天敌、有益微生物等, 致使生态系统生物

多样性丧失^[10], 进而导致环境污染等生态问题。

国家化肥农药减量增效及中医药振兴发展战略的实施, 给甘肃省中药材产业带来了全新的发展机遇和挑战。中药材生产中病虫害防控化学投入品的科学使用也成为关乎甘肃省中药材产业健康可持续发展的重要一环。基于此, 研发符合GAP且适宜甘肃省的中药材病虫害绿色防控技术显得尤为重要^[11]。本研究以“绿色轻简高效”为目标, 针对中药材生产中病虫害发生严重、防治困难及化学农药过量使用等问题, 构建了涵盖土壤处理、种苗处理、叶面喷雾的病虫害生物防控和综合防控2种技术模式, 并与常规生产模式进行对比, 以期为甘肃省道地产区黄芪生产中主要病虫害的绿色防控提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄芪品种为蒙芪系列。供试药剂和肥料

收稿日期: 2025-07-21; 修订日期: 2026-03-09

基金项目: 甘肃省农业农村厅科技支撑项目 (KJZC-2026-21); 定西市揭榜挂帅项目 (DX2024AZ23); 甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目 (2023GAAS02)。

作者简介: 惠娜娜 (1981—), 女, 陕西富平人, 副研究员, 主要从事植物病害及防控技术研究工作。Email: huinana@126.com。

通信作者: 郑果 (1970—), 男, 甘肃庄浪人, 研究员, 主要从事植物病害及防控技术研究工作。Email: 445623882@qq.com。

具体见表1,均为市售。

1.2 试验地概况

2023年试验在渭源县会川镇杨庄村绿色中药材种植示范基地开展,海拔2 393.5 m。2024年试验在渭源县清源镇星光村开展,海拔2 243.0 m。土壤均为黄黏土,前茬均为马铃薯。

1.3 试验设计

试验共设4个处理,具体处理方案见表2。各处理重复3次,小区面积约50 m²。2023年整地施入有机肥6 000 kg/hm²、磷酸二铵(N-P-K为18-46-0)300 kg/hm²和尿素150 kg/hm²。2024年整地施入有机肥1 500 kg/hm²、复合肥(N-P-K为18-

表1 不同技术模式供试药剂和肥料信息

药剂/肥料	含量	剂型	生产厂家
枯草芽孢杆菌	5亿 CFU/g	颗粒剂	武汉科诺生物科技股份有限公司
井冈霉素	24%	水剂	武汉科诺生物科技股份有限公司
春雷素·多粘菌	3%	水剂	武汉科诺生物科技股份有限公司
井冈·枯芽菌	20%	可湿性粉剂	武汉科诺生物科技股份有限公司
氨基酸(GGR6)	≥20	水剂	北京艾比蒂生物科技有限公司
氨基酸(GGR8)	≥20	水剂	北京艾比蒂生物科技有限公司
氨基酸+营养元素(GGR十二元素)	≥10	水剂	北京艾比蒂生物科技有限公司
球孢白僵菌	150亿 CFU/g	可湿性粉剂	江西天人生态股份有限公司
哈茨木霉	3亿 CFU/g	可湿性粉剂	科威拜沃(山东)生物科技有限公司
苦参碱	1.30%	水剂	河北万特生物化学有限公司
苯醚·咯·噻虫	27%	悬浮剂	甘肃华实农业科技有限公司
戊唑醇	30%	悬浮剂	江苏克胜集团股份有限公司
噻虫嗪	30%	悬浮剂	中国农业科学院植保所廊坊农药中试厂
辛硫磷	3%	颗粒剂	安徽永丰农业化工有限公司
壮根灵复合叶面肥	≥10	水剂	泌阳昆仑生物科技有限公司

表2 黄芪试验处理方案

处理	方式	用法用量
模式A (生物防控技术模式)	土壤撒施	枯草芽孢杆菌1 200 kg/hm ² +球孢白僵菌30 kg/hm ²
	种苗处理	井冈霉素1 000倍液+春雷素·多粘菌400倍液+GGR6 100倍液+哈茨木霉200倍液浸苗30 min
	叶面喷施	8月初用井冈·枯芽菌500倍液+苦参碱800倍液喷雾2次;8月下旬增产抗旱叶面肥GGR8 100倍液+GGR十二元素200倍液喷雾2次
模式B (综合防控技术模式)	土壤撒施	枯草芽孢杆菌1 200 kg/hm ² +辛硫磷90 kg/hm ²
	种苗处理	GGR6 100倍液+苯醚·咯·噻虫1 000倍液浸苗30 min
	叶面喷施	8月初用戊唑醇1 500倍液+噻虫嗪1 000倍液喷雾2次;8月下旬用GGR8 100倍液+GGR十二元素200倍液喷雾2次
模式C (常规模式)	土壤撒施	辛硫磷90 kg/hm ²
	种苗处理	无
	叶面喷施	8月初用戊唑醇1 000倍液+噻虫嗪1 000倍液喷雾2次;8月下旬用壮根灵复合叶面肥100倍液连喷2次
CK (空白对照)	土壤撒施	无
	种苗处理	无
	叶面喷施	无

18–18) 600 kg/hm²和磷酸二铵 300 kg/hm²。

2023、2024年两地均为露地开沟平栽种植, 各处理分别于4月中上旬进行土壤撒施和种苗处理后移栽(行距26 cm、株距15 cm, 密度25.5万株/hm²); 8月初叶面喷施2次白粉病、蚜虫防控药剂; 8月下旬叶面喷施2次增产抗旱叶面肥。其余管理同当地常规管理。

1.4 调查时间及方法

1.4.1 调查时间 2023年5月19日进行出苗调查, 7月28日和8月18日进行白粉病、地下害虫及蚜虫危害程度调查, 10月23日进行根腐病分级调查并测产。2024年5月18日进行出苗调查, 7月27日和8月17日进行白粉病、地下害虫及蚜虫危害程度调查, 10月11日进行根腐病分级调查并测产。

1.4.2 出苗调查 出苗后各处理每小区随机调查3行的出苗数量, 并计算各处理相对CK的出苗提高率, 分析各处理对黄芪出苗的影响。

出苗相对提高率= [(处理区苗数-对照区苗数)/对照区苗数] ×100%

1.4.3 病害调查 生长期调查各处理黄芪白粉病的发生情况, 每个小区调查10株, 白粉病分级标准参考周天旺等^[12]的方法; 采收期调查黄芪根腐病发生情况, 黄芪根腐病分级标准参考李建军等^[13]的方

法, 并根据分级结果计算病情指数和相对防效。

病情指数= [Σ (各级代表数值×各级病株数) / (调查总株数×最高级代表数值)] ×100

防效= [(对照区病情指数-处理区病情指数) / 对照区病情指数] ×100%

1.4.4 害虫调查 生长期, 调查地下害虫与蚜虫的发生情况, 每个小区调查10株, 调查地下害虫及蚜虫的危害株数并计算相对防效。

相对防效= [(对照区危害株数-处理区危害株数) / 对照区危害株数] ×100%

1.4.5 产量调查 采收期各处理调查60株黄芪, 分级统计鲜根重量, 并折算各处理产量及增产率。

增产率= [(处理区总产量-对照区总产量) / 对照区总产量] ×100%

1.5 数据统计

所有数据应用Excel 2019软件进行处理, 采用邓肯氏新复极差法 (Duncan's multiple range test) 分析处理间参数的显著性。

2 结果与分析

2.1 不同防控技术模式对黄芪出苗的影响

通过比较各处理的出苗情况(表3)可知, 2023年模式A、B、C的黄芪出苗提高率分别为5.12%、4.24%、1.79%; 2024年模式A、B、C的

表3 不同防控技术模式黄芪出苗情况

处理	2023年		2024年	
	平均出苗数 /hm ²	出苗提高率 /%	平均出苗数 /hm ²	出苗提高率 /%
模式A	137 785	5.12	111 322	6.00
模式B	136 626	4.24	108 905	3.70
模式C	133 414	1.79	106 321	1.24
CK	131 071		105 021	

表4 不同防控技术模式对黄芪白粉病和根腐病的防效^①

处理	2023年				2024年			
	白粉病		根腐病		白粉病		根腐病	
	病情指数	防效 /%	病情指数	防效 /%	病情指数	防效 /%	病情指数	防效 /%
模式A	9.07 b	81.88 b	2.89 c	66.47 a	7.21 b	80.28 c	4.16 b	63.73 a
模式B	7.18 b	85.65 a	2.30 c	73.32 a	5.64 b	84.58 b	3.42 b	70.18 a
模式C	7.35 b	85.31 a	7.71 b	10.56 b	5.17 b	85.86 a	10.38 a	9.50 b
CK	50.05 a		8.62 a		36.57 a		11.47 a	

①表中数据均为平均值, 同列数据后不同小写字母表示差异水平显著 ($P < 0.05$), 下同。

黄芪出苗提高率分别为6.00%、3.70%、1.24%。两年试验结果表明，生物防控技术和综合防控技术模式对黄芪的出苗保苗效果显著优于常规生产模式。

2.2 不同防控技术模式对黄芪白粉病和根腐病的防治效果

从表4可以看出，2023年试验基地黄芪白粉病发病相对较重。与CK相比，模式B、模式C对白粉病的防效较高，分别为85.65%、85.31%，二者间差异不显著，显著高于模式A的防效。3种模式均能很好地防控黄芪白粉病。2024年试验基地黄芪白粉病发病相对较轻，与CK相比，模式B、模式C对白粉病的防效较高，分别为84.58%、85.86%，两种模式间差异显著，均显著高于模式A。两年试验表明，3种模式均能很好地防控黄芪白粉病。

2023年试验基地黄芪根腐病相对较轻，CK病情指数仅为8.62。与CK相比，模式B防效最高，为73.32%；其次是模式A，防效为66.47%，模式C防效较低，仅为10.56%。2024年试验基地黄芪根腐病相对较重，CK病情指数为11.47。与CK相比，模式B防效最高，为70.18%；其次是模式A，

防效为63.73%；模式C防效较低，仅为9.50%。两年试验表明，模式B和模式A对黄芪根腐病均具有较好的防效。

2.3 不同防控技术对黄芪地下害虫和蚜虫防控效果

从表5可以看出，2023、2024年试验基地黄芪地下害虫相对较重。其中2023年CK的地下害虫死株率为0.82%，与CK相比，模式A、模式B防效较高，均为42.68%，二者差异不显著，但显著高于模式C的9.76%；黄芪蚜虫相对较重，CK处理危害株率为85.03%。与CK相比，模式B、模式C防效较高，分别为88.46%、88.27%，二者差异不显著，但显著高于模式A的68.12%。

2024年CK处理的地下害虫平均死株率为0.98%，与CK相比，模式A、模式B防效较高，分别为40.82%、33.67%，二者差异不显著，但显著高于模式C的9.18%；黄芪蚜虫为害相对较轻，CK危害株率为77.65%。与CK相比，模式B、模式C防效较高，分别为88.60%、86.79%，二者差异不显著，但显著高于模式A。

2.4 不同防控技术模式黄芪产量分析

因受干旱影响，2023年试验基地的黄芪产量

表5 不同防控技术模式对黄芪地下害虫和蚜虫防控效果

%

处理	2023年				2024年			
	地下害虫		蚜虫		地下害虫		蚜虫	
	死株率	相对防效	危害株率	相对防效	死株率	相对防效	危害株率	相对防效
模式A	0.47 c	42.68 a	27.11 b	68.12 b	0.58 b	40.82 a	25.01 b	67.79 b
模式B	0.47 c	42.68 a	9.81 c	88.46 a	0.65 b	33.67 a	8.85 c	88.60 a
模式C	0.74 b	9.76 b	9.97 c	88.27 a	0.89 a	9.18 b	10.26 c	86.79 a
CK	0.82 a		85.03 a		0.98 a		77.65 a	

表6 2023、2024年不同防控技术模式黄芪产量

时间	处理	株数 /个	重量 /kg	平均单株重 /g	株数 / (株/hm ²)	折合产量 / (kg/hm ²)	增产率 / %
2023年	模式A	60	3.044	50.73	238 125	9 664.65 a	40.18
	模式B	60	2.947	49.12	236 100	9 277.20 b	34.56
	模式C	60	3.096	51.60	230 535	9 516.45 a	38.03
	CK	60	2.283	38.05	226 500	6 894.60 c	
2024年	模式A	60	3.424	57.07	254 925	11 638.20 a	48.24
	模式B	60	3.386	56.43	249 390	11 259.15 b	43.41
	模式C	62	3.578	57.71	243 450	11 239.50 b	43.16
	CK	62	2.530	40.80	240 495	7 851.00 c	

较低。由表6可知,2023年黄芪折合产量以模式A最高,其中折合产量达9 664.65 kg/hm²,较CK增产40.18%,模式A与模式C差异不显著,与模式B差异显著。其次是模式C,折合产量为9 516.45 kg/hm²,较CK增产38.03%。模式B折合产量为9 277.20 kg/hm²,较CK增产34.56%。

2024年试验基地黄芪产量较高,折合产量模式A最高,折合产量达11 638.20 kg/hm²,较CK增产48.24%。其次是模式B,折合产量为11 259.15 kg/hm²,较CK增产43.41%。模式C折合产量为11 239.50 kg/hm²,较CK增产43.16%。两年试验结果表明,模式A对黄芪有明显的增产作用。

3 讨论与结论

中药材是甘肃省的重点特色优势作物,种植面积在30.67万hm²以上,其中黄芪种植面积稳定保持在4.33万hm²左右,产量占全国市场的50%左右^[14]。本研究针对黄芪病虫害绿色防控构建了两种技术模式,通过两年两地田间试验发现,生物防控技术模式和综合防控技术模式对黄芪均有显著的促苗保苗效果,出苗提高率为3.70%~6.00%,且生物防控模式效果优于综合防控模式。两种模式中GGR6的使用可能在促苗保苗中发挥了主要作用,GGR系列是一类非激素型的绿色植物生长调节剂,对植物内源激素、多胺、酚类化合物的合成有促进作用。有研究表明,用GGR浸种可提高种子发芽率5%~50%^[15-16],GGR及其衍生物可显著促进药用植物的生长发育并提高产量及品质,而且在药用植物抗病、抗旱、抗寒以及抗盐碱等方面均有突出作用。此外,与杀菌剂联用可有效防控立枯病、根腐病和灰霉病^[17-21]。

本试验中,2023、2024年生物防控技术模式、综合防控技术模式对根腐病防效和地下害虫的防效显著高于常规生产模式,其中生物防控技术模式根腐病防效分别为66.47%、63.73%,地下害虫的防效分别为42.68%、40.82%;综合防控技术模式根腐病防效分别为73.32%、70.18%,地下害虫的防效分别为42.68%、33.67%。两者对地下害虫的总体防效不高,可能与我们选择生物源药剂有关,后期我们会筛选新型高效杀虫剂进行研究。此外,综合防控技术模式对黄芪白粉病和蚜虫的相对防效均高于生物防控技术模式,可能与

生物防控模式中的生物制剂速效性差及调查时间间隔短有关。生物防控技术模式和综合防控技术模式对黄芪主要病虫害(根腐病、白粉病、地下害虫、蚜虫)均有显著的防控效果,但综合防控技术模式的总体防控效果优于生物防控技术模式。3种生产模式对黄芪均有明显的增产效果,其中综合防控技术模式2023、2024年增产率分别为34.56%、43.41%,生物防控技术模式增产效果显著高于综合防控技术模式,2023、2024年增产率分别为40.18%、48.24%,生物防控技术模式增产主要源于配方中GGR十二元素水溶肥及生物菌肥的保苗促苗促生作用。常规生产模式的增产效果可能与激素类壮根灵复合叶面肥有关,但其对后茬作物尤其是中药材健康生长障碍较大,并存在激素残留超标风险。

综上,根据《中药材生产质量管理规范》要求,本研究旨在为中药材GAP基地建设提供高度综合、绝对安全、提质增效的病虫害防控技术模式。基于GAP构建的黄芪病虫害生物防控技术模式和综合防控技术模式优于常规栽培模式,可大幅提升黄芪病虫害的防控水平及药材的产量和品质,适宜在甘肃药材产区大面积推广应用。本研究筛选的各项技术配方对黄芪主要病虫害展现了良好的防控效果,但今后应持续加强黄芪主要病虫害的抗药性监测,并筛选高效低毒药剂,不断优化相关模式的技术配方,保护甘肃省黄芪产业的健康可持续发展。

参考文献:

- [1] 姜辉,顾胜龙,张玉婷,等.黄芪化学成分和药理作用研究进展[J].安徽中医药大学学报,2020,39(5):93-96.
- [2] 张增强,张海强,韩凤翔,等.干旱与半干旱区蒙古黄芪优质种苗标准化繁育技术规程[J].寒旱农业科学,2024,3(7):683-686.
- [3] 邵武平,米永伟,谢志军,等.蒙古黄芪化肥农药减施增效栽培技术规程[J].寒旱农业科学,2024,3(4):380-383.
- [4] 张立军,王国祥.不同产地黄芪饮片中多糖及甲苷含量比较[J].寒旱农业科学,2024,3(3):251-255.
- [5] 杨春清,孙明舒,丁万隆.黄芪病虫害种类及为害情况调查[J].中国中药杂志,2004(12):12-14.

- [6] 韩燕. 中药黄芪的研究概况[J]. 河南中医学院学报, 2003(6): 86-88.
- [7] 骆得功, 韩相鹏, 邓成贵, 等. 定西市药用黄芪病害调查与病原鉴定[J]. 甘肃农业科技, 2004(1): 38-40.
- [8] 王引来, 夏建红, 贾萍, 等. 陇西县黄芪制种田病虫害与用药情况调查[J]. 中国植保导刊, 2023, 43(7): 83-85; 92.
- [9] 张博, 肖欧丽, 王铁霖, 等. 黄芪常见病害发生规律及综合防治策略[J]. 中国农学通报, 2025, 41(4): 119-125.
- [10] MANSOORM M M, RAZAA A B M, AFZA M B S. Fipronil resistance in pink stem borer, *Sesamia inferens* (Walker)(Lepidoptera: Noctuidae) from Pakistan: Cross-resistance, genetics and realized heritability [J]. Crop Protection, 2019, 120: 103-108.
- [11] 王立, 郑果, 惠娜娜, 等. 不同防控技术模式对当归主要病虫害的防控效果[J]. 寒旱农业科学, 2026, 5(1): 78-84.
- [12] 周天旺, 李建军, 张新瑞, 等. 黄芪白粉病发生动态调查及药剂防治试验[J]. 中国植保导刊, 2012, 32(12): 48-49.
- [13] 李建军, 李继平, 周天旺, 等. 黄芪根部病虫害药剂防治技术研究[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(2): 62-65.
- [14] 刘鹏霞, 张陆海, 马小龙, 等. 甘肃黄芪生产关键环节机械化技术的示范与推广效果分析[J]. 农机科技推广, 2022(11): 37-38.
- [15] 王涛. 绿色植物生长调节剂(GGR)的研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2009.
- [16] 马静, 彭玉梅, 刘林贵, 等. 绿色植物生长调节剂(GGR)在牧草上生化机理及应用研究[J]. 内蒙古草业, 2008(3): 15-17.
- [17] 张慧玲. 植物生长物质对柴胡产量及品质的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2006.
- [18] 郭小梅, 王志春, 熊果, 等. 3种植物生长调节剂对肉花雪胆块茎根芽萌发率的影响[J]. 农家参谋, 2019(14): 124-125.
- [19] 段进潮. 菘蓝抗旱性研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2012.
- [20] 黄珊珊, 杨平, 班荔, 等. ABT生根粉在七叶一枝花增产栽培中的应用试验[J]. 中国野生植物资源, 2008(5): 70-71.
- [21] 谷小红, 郭宝林, 田景, 等. 植物生长调节剂在药用植物生长发育和栽培中的应用[J]. 中国现代中药, 2017, 19(2): 295-305; 310.

Construction and Evaluation of Major Disease and Pest Control Technology Models for *Astragalus membranaceus* Based on GAP Certification

HUI Nana, ZHENG Guo, WANG Li, LI Jiping

(Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Aiming at green and efficient production, this study constructed disease and pest control technology models based on Good Agricultural Practices (GAP) to provide references for the scientific control of major diseases and pests in *Astragalus membranaceus*, thereby enhancing the production level and industrial competitiveness of *A. membranaceus* in Gansu Province. This paper developed 2 new technology models for *A. membranaceus* disease and pest control, namely the biological control model and the integrated control model and compared them with conventional production technology models. Results showed that in 2023 and 2024, under both the biological control and integrated control models, the seedling emergence improvement rate, relative control efficacy against root rot and underground pests, and yield of *A. membranaceus* were all significantly higher than those under the conventional model. Specifically, under the biological control model, the seedling emergence improvement rates were 5.12% and 6.00%, the control efficacies against root rot were 66.47% and 63.73%, the relative control efficacies against underground pests were 42.68% and 40.82%, and the yield increase rates were 40.18% and 48.24%, respectively. Under the integrated control model, the seedling emergence improvement rates were 4.24% and 3.70%, the control efficacies against root rot were 73.32% and 70.18%, the relative control efficacies against underground pests were 42.68% and 33.67%, and the yield increase rates were 34.56% and 43.41%, respectively. The integrated control model showed significantly higher control efficacy against powdery mildew and aphids of *A. membranaceus* than the biological control model, whereas the biological control model achieved a significantly higher yield increase rate than the integrated control model. In conclusion, the biological control model and integrated control model for *A. membranaceus* diseases and pests, constructed based on GAP in this study, are significantly superior to local conventional cultivation models and are recommended for extensive application and promotion in the core production areas of medicinal herbs in Gansu Province.

Key words: GAP certification; *Astragalus membranaceus* disease and pest; Biological control technology; Integrated control technology; Model construction