



夏九成,郑毅,代钦川.铁皮石斛的组培技术研究[J].黑龙江农业科学,2022(2):69-74.

铁皮石斛的组培技术研究

夏九成,郑毅,代钦川

(攀枝花学院 生物与化学工程学院/干热河谷特色生物资源开发高校重点实验室,四川 攀枝花 617000)

摘要:为了研究铁皮石斛最佳的组织培养方法,本试验以铁皮石斛带节茎段作为外植体,探寻铁皮石斛的最佳基本培养基,最优消毒时间,以及不同浓度的 NAA 和 6-BA 对腋芽诱导、丛芽增殖、生根壮苗的影响。结果表明:以铁皮石斛带节茎段作外植体时,最佳的基本培养基是 1/2MS 培养基,在 1% HgCl₂ 中浸泡消毒的最优时间为 10 min;诱导腋芽时以 1/2MS+10 g·L⁻¹ 蔗糖+0.6 mg·L⁻¹ NAA+1.5 mg·L⁻¹ 6-BA 为最佳培养基;诱导丛芽增殖的最佳培养基为 1/2MS+0.6 mg·L⁻¹ NAA+1.5 mg·L⁻¹ 6-BA;诱导生根的最佳培养基为 1/2MS+0.5 mg·L⁻¹ IBA+0.9 mg·L⁻¹ NAA。

关键词:铁皮石斛;茎段;培养基;组织培养

铁皮石斛又名黑节草,是兰科石斛属典型的多年生附生型草本植物,具有很高的药用价值^[1-3]。全世界约有1 500余个原生种,多生于温凉高湿的岩层峭壁或密林的树干上,由于本身特殊的生物学及生态学特性限制,其自然繁殖力极低且生长缓慢,生境十分狭窄,多年来对其野生资源的毁灭式采集,试管苗的移栽成活率低等原因,造成了铁皮石斛药源供需之间的紧张^[4-7]。早在1987年,我国就将铁皮石斛列入国家重点保护的野生药材物种名录当中,1991年出版的《中国植物红皮书》更是将铁皮石斛收载为濒危植物^[8]。目前,规模化的人工栽培是保护野生铁皮石斛资

源,确保其可持续利用的主要手段^[9-11]。

利用植物组织培养技术获得试管苗,并用其代替野生植物资源成为药源,是实现野生铁皮石斛资源可持续利用的有效方式之一,这对保存和开发野生铁皮石斛资源有着极其重要的意义。铁皮石斛现有的组培快繁技术主要有3种途径:种子的无菌萌发、原球茎再增殖分化和外植体诱导^[12-14]。其中,种子的无菌萌发中,种子的收集受到季节的限制、消毒灭菌的程度难以掌握、基本培养基筛选困难;原球茎再增殖分化在启动阶段较为棘手,对培养基营养成分具有较高要求,绝大部分需要附加物(如土豆汁、苹果汁、椰子汁),提高了实验成本,且容易感染细菌,加大了实验难度,不适合实验条件一般的实验室进行推广研究;而外植体诱导中,外植体有多种选择,如茎尖、根兜、带芽茎段等,不受自然条件限制,技术较为成熟稳定^[15-16]。

收稿日期:2021-10-23

基金项目:四川省干热河谷特色生物资源开发高校重点实验室开放基金项目(GR-2019-E-02)。

第一作者:夏九成(1976—),男,博士,副教授,从事植物组织培养。E-mail:xjch1818@vip.163.com。

Abstract: In order to promote the breeding of drought tolerant *Bletilla* germplasm, the best conditions for EMS and NaN₃ mutagenesis of the *Bletilla* callus were determined. In this study, the *Bletilla*'s seeds as materials to induce the callus tissue, and the drought tolerance of callus tissue was studied by PEG stress after combined induction with EMS and NaN₃, respectively. The results showed that the optimal formulation for seed budding was 1/2 MS + 1.0 mg·L⁻¹ NAA. The optimal formula for inducing callus was 1/2 MS + 1.0 mg·L⁻¹ 6-BA; The optimal formula for inducing callus was 1/2 MS + 1.0 mg·L⁻¹ 6-BA; The optimal formulation for callus proliferation was MS + 1.0 mg·L⁻¹ 6-BA + 0.5 mg·L⁻¹ NAA. When the concentration of EMS was 0.6%, NaN₃ was 6 mmol·L⁻¹, and the mutagenesis was 6 h, the callus tissue reached half death, that was the optimal mutagenesis effect. The *Bletilla*'s cell membrane induced by EMS are more seriously damaged under drought stress. Both EMS and NaN₃ can improve enzyme activity, but in terms of osmotic regulation, NaN₃ mutation increased greatly, and the mutagenic effect of NaN₃ is better than EMS.

Keywords: *Bletilla*; EMS; NaN₃; physiological index

本试验以铁皮石斛的幼嫩带节茎段为外植体,用不同浓度 MS 基本培养基、植物激素组合、蔗糖浓度和消毒时间等处理,研究铁皮石斛的组培快繁技术,以期为保存野生铁皮石斛资源、缓解药源供需紧张、实现可持续利用,做出积极努力和探索。

1 材料与方法

1.1 材料

以霍山铁皮石斛带节的茎段作为外植体,试验材料为安徽省霍山县的带土植株。

1.2 方法

1.2.1 外植体灭菌时间的选择 选取霍山铁皮石斛健壮植株,用无菌剪刀剪下带节茎段作为外植体在自来水下流水冲洗 30~40 min,风干,使鲜条内的水分脱去 35%~45%。接种前,在超净工作台内用酒精棉擦拭双手,接着用 75%酒精喷雾降尘,并擦拭工作台面。用灭菌后的手术刀将外植体,修剪成 0.5~0.8 cm 带节茎段,除去叶片,然后进行外植体消毒。先用 75%的酒精浸泡 30 s,然后将外植体等分为 3 组,用 0.1% HgCl₂ 分别浸泡 5,10 和 15 min 后接种到普通的 MS 培养基上(0.5 mg·L⁻¹ NAA 和 2.0 mg·L⁻¹ 6-BA),每个处理接种 10 瓶,每瓶接种 1 个外植体。光照培养条件为培养温度(25±1)℃、光照强度 1 600 lx、光照时长 12 h·d⁻¹,以下几个试验的光照培养均采用此条件进行培养。定期观察染菌情况和外植体生长情况,根据污染率、死亡率和生长状况确定最佳外植体灭菌时间。其中污染率(%)=污染瓶数/接种瓶数×100;死亡率(%)=死亡瓶数/接种瓶数×100。

1.2.2 基本培养基的筛选 设计 3 种不同浓度的 MS 培养基,分别是 MS、1/2MS、1/4MS(添加相同的附加物 0.5 mg·L⁻¹ NAA 和 2.0 mg·L⁻¹ 6-BA),各处理接种 10 瓶,每瓶接种 1 个外植体,每个处理 3 次重复。培养 35 d 继代 1 次,75 d 后,统计观察外植体腋芽萌发个数、腋芽诱导率和腋芽生长状况等指标,通过对比试验筛选出最适合铁皮石斛带节茎段组培的基本培养基。

1.2.3 腋芽的诱导 采用 L₉(3³) 正交设计诱导腋芽,将消毒后的外植体接种到 9 种不同处理的培养基上(附加不同量的 NAA、6-BA、蔗糖,详见表 1)放置在培养箱中诱导出芽。每个处理接种 1 瓶,每瓶接种 1 个外植体,每个处理 3 次重复。

表 1 组培 L₉(3³) 正交试验方案

处理	蔗糖浓度/ (g·L ⁻¹)	NAA 浓度/ (mg·L ⁻¹)	6-BA 浓度/ (mg·L ⁻¹)
1	10	0.3	1.0
2	10	0.6	1.5
3	10	0.9	2.0
4	20	0.3	1.5
5	20	0.6	2.0
6	20	0.9	1.0
7	30	0.3	2.0
8	30	0.6	1.0
9	30	0.9	1.5

75 d 后统计腋芽生长状况,将腋芽的颜色、高度、出叶数和不定根等指标按不同的权重进行打分以评判腋芽诱导质量,最低 0 分,满分 10 分,具体标准详见表 2。

表 2 腋芽生长状况评分表

指标		分值
颜色(2 分)	茎紫色	2
	绿色	1
高度(4 分)	>2 cm	4
出叶数(2 分)	1~2 片叶	1
	>2 片叶	2
不定根(2 分)	>2 条	2
	1 条	1

1.2.4 丛芽的增殖 将诱导培养 75 d 后在茎节处长出的腋芽切下,接种到 5 种不同处理培养基上(附加不同浓度 NAA、6-BA,详见表 3),进行丛生芽的增殖培养。每个处理接种新芽 10 瓶,每瓶接种 1 个新芽,每个处理 3 次重复,培养 35 d 后继代培养。以 35 d 为一个周期,每个周期观察 5 次,培养 75 d 后统计丛生芽的增殖个数,并计算平均增殖系数(平均增殖系数=增殖芽的总数/有增殖现象的腋芽数)。并观察和评价丛生芽的生长状况,筛选出 NAA、6-BA 最适合的一个组合。

表 3 不同激素组合对丛生芽增殖影响对比试验方案

培养基编号	6-BA/(mg·L ⁻¹)	NAA/(mg·L ⁻¹)
1	1.0	0.6
2	1.5	0.6
3	2.0	0.6
4	1.5	1.0
5	2.0	1.0

1.2.5 组培苗的生根培养 把经增殖培养后得到的生长旺盛、高 3 cm 左右生长一致的组培苗进行切割并接种到 6 种不同处理的培养基上(附加不同浓度的 IBA 和 NAA,详见表 4),进行组培苗的生根培养。每个处理接种组培苗 10 瓶,每瓶接种 1 株组培苗,每个处理 3 次重复。45 d 后统计不同培养基中组培苗的平均生根系数、生根率,并记录各组培苗的长势等综合指标。

表 4 不同生长素激素组合对生根影响对比试验方案		
培养基编号	NAA/(mg·L ⁻¹)	IBA/(mg·L ⁻¹)
1	0.3	0.5
2	0.6	0.5
3	0.9	0.5
4	0.3	1.0
5	0.6	1.0
6	0.9	1.0

1.2.6 数据分析 正交试验采用极差分析和方差分析,所有试验数据均采用 SPSS 19.0 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 外植体灭菌时间选择

由表 5 可知,在 1‰ HgCl₂ 浸泡 10 min 效果最好。既没有污染发生,同时外植体综合生长状况最佳。



图 1 不同基础培养基对铁皮石斛带节茎段胚芽诱导的影响

2.3 腋芽诱导结果

通过正交试验的极差分析,可以得出最优水平组合为 A₁B₂C₂。即铁皮石斛带节茎段诱导腋芽的最佳培养基是 1/2MS+10 g·L⁻¹蔗糖+0.6 mg·L⁻¹ NAA+1.5 mg·L⁻¹ 6-BA。各因素对诱导铁皮石斛带节茎段出芽作用效果的主次顺序依次为 A>C>B,可以看出 A 因素即蔗糖含量的

表 5 1‰ HgCl₂ 不同消毒时间对外植体存活率的影响

处理时间/min	污染率/%	死亡率/%	生长状况
5	55.56	11.11	+++++
10	0	0	+++++
15	0	11.11	+++

注:腋芽生长综合状况指标由“+”表示,“+”越多表示生长状况越好。下同。

2.2 基本培养基的筛选

由表 6 可知,1/2MS 培养基下,外植体的腋芽萌发个数最多可达 26 个,诱导率可达 86.0%。MS 和 1/4MS 培养基中胚芽无萌发,大部分外植体后期白化死亡,生长状况差,1/2MS 培养基中腋芽萌发正常,芽叶绿,茎径中等,后期偶有少量白色卷根,腋芽的生长状况良好(图 1)。因此,以铁皮石斛的带节茎段作为外植体时,采用 1/2MS 培养基最为合适。

表 6 不同基本培养基对出芽诱导的影响

培养基	外植体数/个	腋芽萌发数/个	腋芽诱导率/%	腋芽生长状况
MS	30	6	20.0	差
1/2MS	30	26	86.0	良
1/4MS	30	0	0	差

影响最大,其余依次为 6-BA 和 NAA(表 7)。
继续对上述正交试验进行方差分析,可以看出,6-BA 和 NAA 这两个因素对腋芽生长质量影响不显著,而蔗糖含量对腋芽生长质量的影响则达到了极显著水平(表 8)。由此进一步说明,在本试验中蔗糖含量对腋芽诱导起着十分关键的作用。

表 7 L₉(3³)正交试验结果及极差分析

项目	蔗糖/(g·L ⁻¹)	NAA/(mg·L ⁻¹)	6-BA/(mg·L ⁻¹)	腋芽诱导质量			均值
				重复 1	重复 2	重复 3	
1	10	0.3	1.0	7	7	8	7.33
2	10	0.6	1.5	10	10	10	10.00
3	10	0.9	2.0	6	7	7	6.67
4	20	0.3	1.5	6	6	6	6.00
5	20	0.6	2.0	5	5	4	4.67
6	20	0.9	1.0	4	3	4	3.67
7	30	0.3	2.0	3	4	3	3.33
8	30	0.6	1.0	1	3	2	2.00
9	30	0.9	1.5	2	2	1	1.67
K ₁	8.000	5.553	4.333				
K ₂	4.780	5.557	5.890				
K ₃	2.333	4.003	4.890				
R	5.667	1.554	1.557				
主次顺序		A>C>B					
优水平	A ₁	B ₂	C ₂				
最优组合		A ₁ B ₂ C ₂					

表 8 正交试验方差分析结果

变异来源	SS	df	MS	F	Sig.
6-BA	3.733	2	1.867	1.918	0.343
NAA	4.815	2	2.408	2.474	0.288
蔗糖浓度	48.466	2	24.233	24.900**	0.039
误差	1.946	2	0.973		
总计	58.960	8			

注：**表示在 P<0.01 水平差异显著。

2.4 丛生芽增殖培养结果

由表 9 可以看出,当 NAA 的浓度为 0.6 mg·L⁻¹、6-BA 浓度为 1.5 mg·L⁻¹时,增殖的丛生芽数量最多可达 27 个,铁皮石斛丛生芽的平均增殖系数可达 4.4。因此,在本试验中的最佳增殖培养基为 1/2MS+0.6 mg·L⁻¹ NAA+1.5 mg·L⁻¹ 6-BA,丛生芽具体生长状况如图 2 所示。



图 2 最佳增殖培养基条件下丛生芽增殖的情况

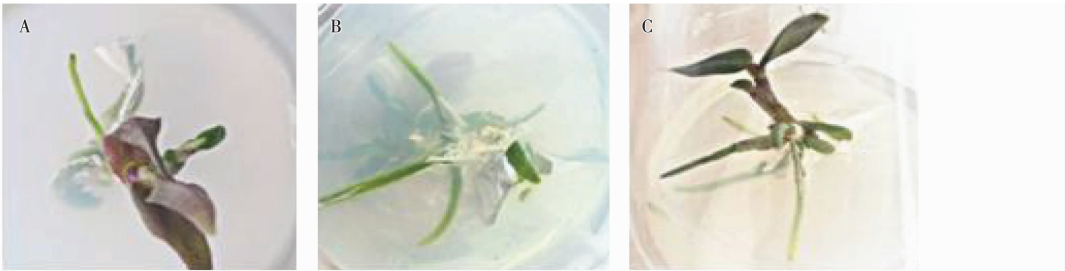
表 9 不同植物生长激素对芽增殖的影响

编号	NAA/(mg·L ⁻¹)	6-BA/(mg·L ⁻¹)	接种芽数/个	增殖芽数/个	芽的总数/个	平均增殖系数	芽生长状况
1	0.6	1.0	30	16	40	2.5	++
2	0.6	1.5	30	27	12	4.4	+++++
3	0.6	2.0	30	22	82	3.7	+++
4	1.0	1.5	30	19	55	2.8	++
5	1.0	2.0	30	21	45	2.1	+

2.5 生根试验结果

由表 10 可以看出,当固定 NAA 浓度不变时,随着 IBA 浓度增加,生根状况变差。当固定 IBA 浓度不变时,随着 NAA 浓度增加,生根状况逐渐变好。当 NAA 的浓度为 0.9 mg·L⁻¹,IBA

的浓度为 0.5 mg·L⁻¹时,铁皮石斛组培苗的生根率最高可达 87%,此时株高、根长及健壮度都最好(图 3)。综上,可以得出铁皮石斛的带节茎段诱导生根的最佳培养基配方为 1/2MS+0.9 mg·L⁻¹NAA+0.5 mg·L⁻¹IBA。



A. 俯视图;B. 仰视图;C. 侧视图。

图 3 组培生根苗

表 10 不同生长激素组合对组培苗生根的影响

培养基	NAA/(mg·L ⁻¹)	IBA/(mg·L ⁻¹)	平均生根系数/条	生根率/%	组培苗生根状况
1	0.3	0.5	2.03	69	浅绿色,纤细,有根毛,较多
2	0.6	0.5	4.23	78	浅绿色,纤细,有根毛,较多
3	0.9	0.5	5.00	87	浅绿色,短而粗,整齐,根多
4	0.3	1.0	3.43	48	绿色,纤细,有根毛,较少
5	0.6	1.0	3.26	53	绿色,纤细,有根毛,较少
6	0.9	1.0	3.30	65	绿色,纤细,有根毛,较少

3 讨论

本研究中 HgCl₂ 的使用浓度均为 1‰,但不同品种的消毒时间则受植株品种和年龄、外植体类型等多种因素影响,因此各个研究报道的消毒时间均有差异,需要在具体的试验条件下进行探索,以获得最佳的灭菌时间。这主要跟不同植物材料对 HgCl₂ 的耐受性和敏感性有关。外植体消毒不仅要把植物材料的表面微生物全部杀死,还要最大限度地减少对植物组织和细胞的伤害,以获得不污染且存活率较高的外植体^[15-18]。在植物组织培养中,可以使用的消毒试剂有酒精、次氯

酸钠、84 消毒液和升汞(HgCl₂)等。虽然 HgCl₂ 毒性较大,但消毒稳定,不易出现外植体污染,在使用中需要注意安全,注意戴手套等个人防护,消毒后的废液要注意集中收集处理,不能随意丢弃。在控制其他条件一致的情况下,本试验得出最合适的基本培养基是 1/2MS,究其原因可能是因为 1/2MS 含的氮、钾高,尤其是硝酸盐的用量较大,且含有一定数量的铵盐,这些有效成分有利于外植体诱导腋芽的形成。通过本研究的正交试验可知,蔗糖对铁皮石斛腋芽的诱导具有显著作用,6-BA和 NAA 的作用效果次之,究其原因可能是蔗糖为能源物质和细胞物质合成的基础原料,在

腋芽诱导中起着重要作用。在从生芽形成阶段,使用较高浓度的细胞分裂素,配合较低浓度的生长素,有利于从生芽的形成和增殖培养。而在生根阶段,较高浓度的 NAA 与较低浓度的 IBA 配合,则有利于组培苗的生根。在培养基的各种成分中植物激素的作用是独特的,植物进行细胞分裂、芽诱导、分化和不定根再生等一系列生理活动中,都必须用不同浓度的激素配比促成特定器官的形成,其也是决定植物组培成功与否的关键。

4 结论

本研究以铁皮石斛带节茎段作为外植体时,最佳的基本培养基是 1/2MS 培养基,外植体在 1% HgCl_2 中消毒灭菌的最佳时间为 10 min;诱导腋芽形成的最佳培养基为 1/2MS+10 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖+0.6 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA+1.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA;诱导丛芽增殖的最佳培养基为 1/2MS+0.6 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA+1.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA;诱导生根的最佳培养基为 1/2MS+0.9 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA+0.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ IBA。

参考文献:

- [1] 韩秀平,谭娟,贺钰梅.铁皮石斛多糖减轻高糖诱导的 HK-2 细胞损伤研究[J]. 广西医科大学学报, 2021, 38(11): 2121-2127.
- [2] 孙晶,魏静,米艳,等.石斛活性成分及生物模型在胃肠道疾病保护作用中的应用进展[J]. 中草药, 2021, 52(22): 7025-7031.
- [3] 寇战利,陈社论,刘冰林,等.铁皮石斛多糖对糖尿病大鼠脂代谢异常的改善作用及机制[J]. 广州中医药大学学报, 2021, 38(11): 2462-2468.
- [4] 任洁.药用石斛的研究进展[J]. 绿色科技, 2017(23):

172-174.

- [5] 石丽敏,胡贤女,金英燕,等.铁皮石斛的研究现状[J]. 浙江农业科学, 2013(10): 1270-1272.
- [6] 陈达菊,李景菊,徐红,等. HPLC 和 TLC 法鉴别不同种源的铁皮石斛[J]. 华西药理学杂志, 2021, 36(6): 691-695.
- [7] 杨岚.铁皮石斛种质资源评价创新及栽培技术研究[D]. 南京:南京农业大学, 2014.
- [8] 傅立国. 中国植物红皮书(稀有濒危植物分册)[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [9] 郑晓康,潘育东.浙南山区铁皮石斛人工高产栽培技术[J]. 中国农技推广, 2009, 25(12): 26-28.
- [10] 蔡时可,郑希龙,刘晓津,等.铁皮石斛生产关键技术[J]. 广东农业科学, 2011(S1): 115-117.
- [11] 舒杰.铁皮石斛的应用价值及林下仿野生栽培技术[J]. 现代农业科技, 2021(24): 61, 69.
- [12] 吴菊,严中琪,杨飞.铁皮石斛组培快繁关键技术研究[J]. 浙江农业科学, 2014(4): 492-497.
- [13] 周年英,蒋双林,黄翠娥,等.不同激素浓度对比对竹叶石斛种子快繁的影响[J]. 江西农业学报, 2017, 29(6): 44-48.
- [14] 才真,刘海学,王绪.基于正交设计的铁皮石斛组织培养和耐盐性研究[J]. 种子, 2018, 37(7): 64-67.
- [15] 琚淑明,朱伟玲,王伟亮,等.铁皮石斛茎段离体培养一次成苗技术研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2016, 51(1): 45-48.
- [16] 马玉申,刘钦,刘小倩,等.铁皮石斛带节茎段的组培快繁体系研究[J]. 中国民族医药杂志, 2013, 19(9): 24-28.
- [17] 董利萍,郭振锋,杜瑞卿.不同消毒方法在洋葱组织培养中的应用及优化[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(7): 76-80.
- [18] 朱淑新. HgCl_2 和 84 消毒液在月季组培中消毒效果的研究[J]. 现代园艺, 2021(23): 47-48.

Study on Tissue Culture of *Dendrobium candidum*

XIA Jiu-cheng, ZHENG Yi, DAI Qin-chuan

(College of Biology and Chemical Engineering, Panzhihua University /Key Laboratory of Developing Distinctive Biology Resources of Dry Hot Valley, Panzhihua 617000, China)

Abstract: In this study, the stem segments with *Dendrobium candidum* node was used as the explant to study the best method of tissue culture for finding the optimal basic medium, optimal disinfection time, and studying the effect of different concentration of NAA and 6-BA to axillary-buds induction, clustered buds proliferation and rooting. The result showed that the best medium was 1/2MS, and the best sterilizing time of the explant of *Dendrobium candidum* with 1% HgCl_2 was 10 min. 1/2MS+10 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ sucrose+0.6 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA+1.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA was used as the optimal medium of axillary bud induction. The medium of proliferation of clustered buds was 1/2MS+0.6 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA+1.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA. The optimal medium of inducing root was 1/2MS+0.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ IBA+0.9 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA.

Keywords: *Dendrobium candidum*; stem segments; medium; tissue culture



刘豪,郭晓丽,王锦慧.全日制农业硕士教育满意度的影响因素研究[J].黑龙江农业科学,2022(2):75-80.

全日制农业硕士教育满意度的影响因素研究

刘豪¹,郭晓丽²,王锦慧²

(1.山西农业大学 农业经济管理学院,山西 晋中 030801;2.山西农业大学 公共管理学院,山西 晋中 030801)

摘要:随着我国农业硕士教育规模的不断扩大,全日制农业硕士教育满意度逐渐成为研究热点。为了解当前农林类院校的全日制农业硕士的培养过程管理绩效,研究基于教育质量提升视角,从教育软环境、教学硬件设施、导师培养质量和毕业与就业管理4个层面设计指标进行调研,集中向农林类高校发放全日制农业硕士关于教育满意度的问卷,收集数据,构建结构方程模型,探讨影响全日制农业硕士教育满意度的因素。结果表明:影响农业硕士教育满意度评价的因素重要程度依次是教育软环境、导师的培养管理、毕业与就业管理和教学硬件设施。人才培养目标、教学团队、师资队伍、专业带头人、科研训练条件、导师的科研水平与指导频率、图书馆馆藏资料与电子书、教学基本设施、论文指导管理和答辩环节的各项制度安排执行情况等因素关系着全日制农业硕士知识学习和科研训练,是提升教育质量的关键因素,也是影响全日制农业硕士教育满意度评价的主要因素。

关键词:全日制农业硕士;教育满意度;影响因素;结构方程模型(SEM)

在新时期乡村振兴战略下,农业硕士毕业生是引导振兴农村经济的主力军。高校学生教育满意度评价是反映高等教育服务质量的重要手段。农业硕士教育满意度的研究关系着“三农”应用型与综合型人才的培养质量,与当前促进农村人力资本开发与留住乡村建设人才等热点问题密切相关。

20世纪90年代以来,我国对高校学生教育满意度进行了大量的调查研究,较多学者采用不同方法、基于不同视角对教育质量和培养过程及管理设计指标进行满意度研究。研究生教育区别于普通本科教育,现有文献基于农业硕士教育满意度的研究主要从教育对象、方法、内容和影响因素等方面归类进行理论分析与实践探讨:(1)研究生教育满意度的研究对象层面,如对全日制专业学位研究生^[1]、MPA硕士研究生^[2]、工程专业硕士^[3]、来华留学研究生^[4]、研究生校友^[5],以及非全日制研究生^[6]等不同对象的教育质量与满意度分析;(2)研究生教育满意度的研究内容层面,针对研究生教育满意度的研究内容从课程设置、课堂教学、导师指导、科研训练、专业实践、学位论文

文、管理服务的质量与指标、合作单位等方面展开^[6-9],涉及了教育工作的全过程;(3)研究生教育满意度的影响因素层面,研究影响因素主要围绕着教育工作过程涉及的各个环节的指标进行分析。张蓓等^[8]认为研究生期望、课程教学质量、科研训练质量和管理服务质量对研究生教育满意度产生影响;刘裕等^[2]认为实践环节、学习资源、课堂教学、管理服务、论文指导是影响教育满意度的主要因素;翟洪江等^[10]认为研究生个体特征和学校环境影响学生对教育满意度评价。

随着研究生教育满意度研究的深入,研究对象成为较多学者研究教育满意度的切入点。就研究对象而言,全日制农业硕士研究生专业来源、课程结构、教学成果形式以及就业的方向等方面呈现出特殊性,本研究对全日制农业硕士教育满意度进行系统分析,以期厘清各种因素对教育满意度的影响程度,提出针对性与差异化的策略,完善全日制农业硕士教育培养体系,进一步促进全日制农业硕士教育满意度研究。

1 数据来源与方法

1.1 数据来源

研究通过发放调查问卷形式收集数据,调查对象涉及山西农业大学、福建农林大学、北京林业大学、华中农业大学、沈阳农业大学、石河子大学和华南农业大学等学校全日制农业硕士研究生。采用标准的李克特五级量表法,对每一个指标涉

收稿日期:2021-10-18

基金项目:山西省研究生教育改革研究课题(2020YJJG104);山西省高等学校教学改革创新项目(J2020088);山西省高等学校教学改革重点项目(ZD-202011)。

第一作者:刘豪(1983—),男,博士,副教授,从事教育质量管理工。E-mail:liuhaoshanxi126.com。

及的问题从 5 分(非常满意)至 1 分(非常不满意)进行分值设定。调查内容包含研究生培养的教育软环境、教学硬件设施、导师培养管理、毕业与就业管理 4 个层面的多个二级指标。发放问卷共计 324 份,回收问卷 297 份,有效率达 91.67%。

1.2 量表设计

全日制农业硕士的培养满意度主要在于被培养者对所在内外部环境与自身综合发展的适应性进行评价,一般情况下,涉及到研究生学习、生活、科研、社会实践和就业等多个方面。根据国务院 2009 年出版的《全日制农业推广硕士专业学位研究生指导性培养方案》,结合相关学者研究,可以将影响全日制农业硕士培育的因素主要归纳为 4 个方面:教育软环境、教学硬件设施、导师培养管理和毕业与就业管理。

1.2.1 教育软环境 软环境是指物质条件以外的诸如政策、文化、制度、法律、思想观念等外部因素和条件的总和。研究生培养的软环境中,专业人才培养目标、教学团队、师资队伍与专业带头人、专业优势学科、精品课程、研究生科研训练条件和课程教育教学改革等因素均会从意识形态、观念以及制度层面影响研究生的生活、学习和科研工作。

1.2.2 教学硬件设施 教学硬件设施的完善与健全影响学生学习和生活的便利性,包括教学楼、宿舍楼等基础建设、校园网、操场与球场等娱乐设施、专业教学仪器、办公等设备、实验室、仿真模拟机房等专业硬件设施、图书馆馆藏书籍资料与电子资源满足情况等。

1.2.3 导师培养管理 导师是研究生求学路上

的指引者,其对于研究生的研究课题指导、生活学习习惯以及就业方向均有较大影响。导师的培养管理层面主要包含农业硕士的学习动机、氛围与积极性,组会交流频次与科研参与频率、学术讨论会议与学术讲座的参与度等方面的评价指标。

1.2.4 毕业与就业管理 研究生最关心的是学有所成,找到适应自己的就业方向与岗位,该层面的评价指标有研究生毕业设计与就业,涉及学业成绩考察与中期考核管理、学位论文毕业设计指导和择业就业指导与管理。

1.3 研究模型设计

依据量表指标,研究构建结构方程模型对影响农业硕士教育满意度的各项因素指标相互关系列出矩阵方程式如下:

$$Y_1 = \gamma_{11} X_1 + \gamma_{12} X_2 + \gamma_{13} X_3 + \gamma_{14} X_4 + \gamma_{15} X_5 + \gamma_{16} X_6 + \zeta_1 \tag{1}$$

$$Y_2 = \gamma_{21} X_7 + \gamma_{22} X_8 + \gamma_{23} X_9 + \gamma_{24} X_{10} + \gamma_{25} X_{11} + \zeta_2 \tag{2}$$

$$Y_3 = \gamma_{31} X_{12} + \gamma_{32} X_{13} + \gamma_{33} X_{14} + \zeta_3 \tag{3}$$

$$Y_4 = \gamma_{41} X_{15} + \gamma_{42} X_{16} + \gamma_{43} X_{17} + \gamma_{44} X_{18} + \zeta_4 \tag{4}$$

$$Y = \beta_{11} Y_1 + \beta_{21} Y_2 + \beta_{31} Y_3 + \beta_{41} Y_4 + \zeta_5 \tag{5}$$

式中:Y₁~Y₄分别指研究生培养软件环境、教学硬件设施、导师培养管理和毕业与就业管理 4 个潜变量,Y 表示农业硕士教育满意度,X₁~X₁₈代表 18 个可观测变量;β 为潜变量之间的路径系数;γ 为各潜变量与可观测变量之间的载荷系数;ζ 为残差项。各指标维度识别初始结构方程模型设置及其数据统计如表 1 所示。

表 1 全日制农业硕士教育满意度影响因素设计与描述统计

潜变量	CFA 路径(代码)	影响因素指标	均值	标准差
教育软环境 Y ₁	X ₁	专业人才培养目标	3.28	1.48
	X ₂	教学团队、师资队伍与专业带头人	2.97	1.21
	X ₃	专业优势学科	3.42	1.53
	X ₄	精品课程	3.11	1.48
	X ₅	研究生科研训练条件	3.07	1.36
	X ₆	课程教育教学改革	2.86	1.31
教学硬件设施 Y ₂	X ₇	教学楼、宿舍楼等基础建设	3.21	1.31
	X ₈	校园网、操场与球场等娱乐设施	2.76	1.29
	X ₉	专业教学仪器、办公等设备	3.02	1.30
	X ₁₀	实验室、仿真模拟机房等专业硬件设施	3.39	1.47
	X ₁₁	图书馆馆藏书籍资料与电子资源满足	3.82	1.14

表 1 (续)

潜变量	CFA 路径(代码)	影响因素指标	均值	标准差
导师培养管理 Y ₃	X ₁₂	导师科研水平	3.23	1.25
	X ₁₃	导师指导频率	3.49	1.54
	X ₁₄	对外界学术交流、课题会议和论坛等参与度	3.01	1.28
毕业与就业管理 Y ₄	X ₁₅	毕业学业成绩考察、开题与中期考核管理	2.93	1.22
	X ₁₆	毕业学位论文设计指导	2.99	1.23
	X ₁₇	毕业答辩环节及制度执行效果	3.19	1.31
	X ₁₈	毕业生择业就业指导与管理制度	3.57	1.51

注:数据保留两位小数。

2 模型检验与分析

2.1 信度与效度检验

潜变量教育软环境、教学硬件设施、导师培养管理和毕业与就业管理的 Chronbach's α 值分别为 0.938, 0.930, 0.902 和 0.921; KMO 值为 0.961, Bartlett 球形度检验的 Sig. 值为 0, 表示样本数据通过检验, 适合进行因子分析。

2.2 探索性因子分析与验证性因子分析

运用主成分分析法进行因子提取, 经过 6 次迭代后收敛结果显示所选观测变量对潜变量的衡量效果较好, 量表选取的潜变量具有代表性。16 个观测变量的各因子旋转载荷最小值均在其对应的公共因子上大于 0.5, 结合研究进行因子命名, 筛选合适的测度变量, 得到对应的 16 个可观测变量, 建立验证性因子分析的测评指标体系。

结果显示因子间相关性系数是可接受的(小于 1), 因子载荷无交叉, 路径也无缺失(图 1), 各变量信度在 0.69 以上, 高于 0.5, 模型质量理想; 对于平均变异量抽取值, 测验信度的各潜变量均在 0.5 以上, 具有较好的收敛效度, 结构方程模型的相对测量误差较小。结构方程模型各维度间的效度得到验证, 模型具有较好的判别效度指标。

一阶验证性因子模型通过收敛效度检验和区别效度检验, 并且 4 个维度之间的相关系数均大于 0.5, 说明各个维度既能各自测度农业硕士教育满意度 Y 各个影响因素的不同方面, 也能同时反映 Y 这一相同内容, 因此判断 4 个维度间存在高阶因子, 进行二阶验证性因子分析(表 2)。

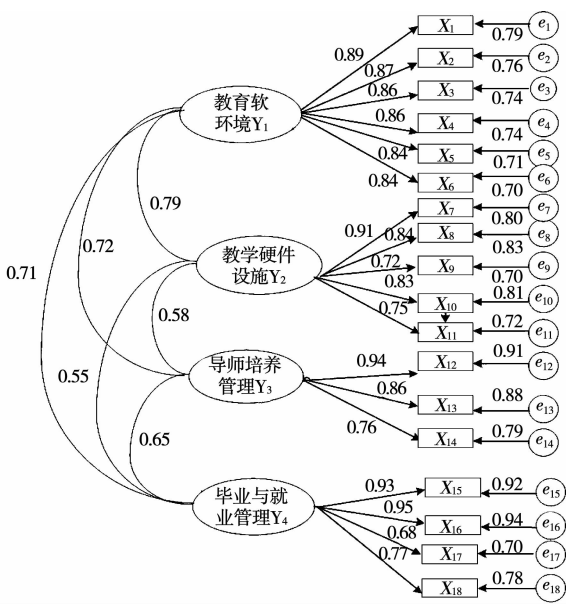


图 1 一阶验证性因子分析的结构方程模型标准化
路径系数图

2.3 结构方程模型拟合与评价

绝对拟合评价、相对拟合评价和简约拟合评价 3 个评价指标的结果表明各观测数据可以契合, 拟合度较好; 拟合指标系数的绝对拟合评价、相对拟合评价以及简约拟合度评价, 均符合假设适配的标准, 一阶验证下因子模型, 二阶验证性因子模型拟合指标数据也均符合以上要求, 其卡方 P 值为 0.000, 各项指标均显示模型拟合较好。对影响因素中存在的高阶因子关联程度进行二阶验证性因子模型分析, 可以看出二阶验证性模型在保留各指标数据拟合效果的情况下自由度更少。说明研究生的教育软环境、教学硬件设施、导师培养管理、毕业与就业管理 4 个层面均是影响全日制农业硕士教育满意度的主要因素。

表 2 结构方程模型的路径系数及各参数值

变量因果关系	标准化路径系数	标准误差	临界比率值	显著性
$X_1 \leftarrow Y_1$	0.839			
$X_2 \leftarrow Y_1$	0.886	0.063	18.002	**
$X_3 \leftarrow Y_1$	0.873	0.063	17.394	**
$X_4 \leftarrow Y_1$	0.861	0.060	17.262	**
$X_5 \leftarrow Y_1$	0.861	0.062	17.221	**
$X_6 \leftarrow Y_1$	0.844	0.062	16.624	**
$X_7 \leftarrow Y_2$	0.894			
$X_8 \leftarrow Y_2$	0.908	0.049	21.593	**
$X_9 \leftarrow Y_2$	0.836	0.054	18.102	**
$X_{10} \leftarrow Y_2$	0.721	0.071	13.655	**
$X_{11} \leftarrow Y_2$	0.833	0.054	17.508	**
$X_{12} \leftarrow Y_3$	0.914			
$X_{13} \leftarrow Y_3$	0.976	0.037	27.845	**
$X_{14} \leftarrow Y_3$	0.745	0.049	15.225	**
$X_{15} \leftarrow Y_4$	0.679			
$X_{16} \leftarrow Y_4$	0.951	0.101	13.229	**
$X_{17} \leftarrow Y_4$	0.933	0.098	13.049	**
$X_{18} \leftarrow Y_4$	0.762	0.090	11.053	**
$Y_1 \leftarrow Y$	0.963			
$Y_2 \leftarrow Y$	0.740	0.085	12.224	**
$Y_3 \leftarrow Y$	0.800	0.088	11.164	**
$Y_4 \leftarrow Y$	0.758	0.082	8.795	**

注：* 表示路径系数在 0.01 的水平上显著。

2.4 回归权重测度分析

研究采用回归指标权重对农业硕士教育满意度影响因素进行测度分析。根据二阶验证性因子分析模型的因子载荷路径系数及归一化公式，列出农业硕士教育满意度影响因素模型指标权重的测量公式为：

$$F = \sum_{i=1}^p x_{ij} \sum_{j=1}^q y_{ij} m(i, j)$$

(6)

式中： F 代表农业硕士教育满意度的权重， $m(i, j)$ 表示一级指标 i 的第 j 个指标的作用值， y_{ij} 表示一级指标 i 的第 j 个指标的权重， x_{ij} 表示一级指标 i 的第 j 个指标的权重， p 表示一级指标的数目， q 表示一级指标对应的二级指标的数目。

经过测算，影响农业硕士教育满意度的因素

中，教育软环境权重为 0.314，教学硬件设施的权重为 0.2016，导师培养管理的权重为 0.2276，毕业与就业管理的权重为 0.2568。教育软环境中，专业人才培养目标、教学团队、师资队伍与专业带头人、研究生科研训练条件和课程教育教学改革等指标的相对权重较大，均达到 0.330 以上；教学硬件设施中图书馆馆藏书籍资料与电子资源的相对权重系数最大，为 0.3313；导师培养管理中导师指导频率的相对权重系数较大；毕业与就业管理中毕业答辩环节与执行效果的相对权重较大。

3 结果与分析

综合来看，研究生教育软环境(0.963)、教学硬件设施(0.740)、导师培养管理(0.800)和毕业与就业管理(0.758)4 个层面均较大程度影响全日制农业硕士的教育满意度。硕士培养的软环境与教学硬件设施(0.790)、导师培养管理(0.720)及毕业和就业管理(0.710)均存在较大的相关性，是影响全日制农业硕士教育满意度的核心因素。导师科研水平、导师指导频率及能力、毕业设计指导、毕业答辩安排与制度执行等影响全日制农业硕士的科研水平及其成果。基础硬件设施作为外部硬环境一定程度上影响核心因素的功能发挥，进而影响学生的学习及科研成果。导师培养管理受到教育软环境的主要影响，其与教学硬件设施(0.580)及毕业和就业管理(0.650)存在一定的联系；教学硬件设施与毕业和就业管理(0.550)的相关性相对较小。整体来讲，教育软环境、导师管理和毕业与就业管理均体现全日制农业硕士的培养软实力，是影响教育质量的内生因素，三者之间存在密切的关联。

研究生教育软环境对于全日制农业硕士的培养最重要，无论从影响系数还是权重来看均是影响全日制农业硕士培养质量的关键。在满意度评价方面，教学团队、师资队伍与专业带头人(0.886)和专业优势学科(0.873)是代表软环境的主要因子，是软实力的最主要体现；精品课程(0.861)和研究生科研训练条件(0.861)在一定程度上影响培养全日制农业硕士软环境，课程教

育教学改革相对于专业人才的培养目标来讲能体现全日制农业硕士软环境的良好程度,上述因子均较大程度影响教育满意度的评价。

导师作为全日制农业硕士的直接管理者,负责学生学习指导与科研管理,以及生活与社会实践,导师的培养与管理对于全日制农业硕士的培养至关重要,较大地影响全日制农业硕士培养质量。导师对全日制农业硕士的指导频率(0.976)和严格要求是影响学生教育满意度的最主要因素,也是所有因子中系数最大的。导师自身的科研水平(0.914)对学生学习和科研管理有较大影响,对于整个全日制农业硕士的教育满意度的影响也较大。对外学术交流、课题会议和论坛等参与度(0.745)是提升农业硕士科研能力的一个重要方面,但在整个影响因子的影响程度来看,该指标的系数表现相较于其他因子对于全日制农业硕士教育满意度更加重要。

毕业设计和就业指导关系着全日制农业硕士的学习成果及其未来的人生事业导向与规划,学校对于毕业设计的要求以及就业的管理与安排能够带动学生学习和科研的积极性。毕业设计是全日制农业硕士科研水平的主要体现,整个有关毕业的过程管理最终都是要落实在毕业设计或论文上,其中,毕业学业成绩考察、开题与中期考核管理(0.679)以及毕业生择业就业指导与管理制度(0.762)两个指标对于毕业与就业管理的影响程度相对低于其他因子,反映了在管理中的过于形式化,而毕业学位论文设计指导(0.951)和毕业答辩环节及制度执行效果(0.933)能够直接关系到毕业设计或论文成果的优劣,是影响全日制农业硕士教育满意度的主要因子。

教学硬件设施对于农业硕士教育满意度的影响相对其他层面的因素较小,大多数高等学校的硬件设施基本能满足学生的教育学习和科研实践,相对而言,硬件设施的硬环境对于全日制农业硕士的培养质量影响较小,满意度评价的系数相对较小。对于全日制农业硕士培养来讲,网络环境是首要影响因素,住宿、教学楼、图书馆、实验室以及仪器设备等设施是培养全日制农业硕士的基

本条件,均有一定影响。

4 结论

关注并研究全日制农业硕士培育质量的满意度调查结果表明,研究生学习、科研和毕业论文等教育质量相关的软环境因子是影响满意度评价的主要因素。如与学习能力与自主性相关的教学团队、领头人、培养目标要求、优势学科和精品课程等软环境,与科研能力培养相关的科研训练条件、导师管理与指导要求、毕业设计论文的过程与环节要求等导师培养与毕业管理,与保障科研学术行为相关的网络与图书资料以及与生活行为相关的基础设施等。网络环境、导师科研水平与能力、导师的指导频率与要求、毕业设计的要求及其各环节的制度安排与执行力度等方面是影响全日制农业硕士教育满意度的关键因子。当前,各高校的硬件设施配套基本满足学生学习、生活和科研的需求,在质量提升和保障方面起基础作用。研究生更加关注自己的学习效果、科研水平提升以及学校给予更多毕业和就业方面的指导,他们对教育满意度关注内部环境因素多于外部环境因素。

硬件设施条件是全日制农业硕士教育质量的保障;教育的软环境与全日制农业硕士教育质量提升的过程体验密切相关;导师的培养管理和毕业与就业管理是影响全日制农业硕士教育质量的核心与关键,四个层面因素均直接影响教育质量及研究生对教育满意度的评价。良好的教育氛围同促进科研与学习层面的因素是最直接也是权重最大的影响全日制农业硕士对教育满意度的因素。因此,全日制农业硕士的培养需要较多关注研究生自身发展能力的培养与提升,更好适应外部社会经济环境,实现人才培养的最终目标。

参考文献:

- [1] 马永红,张乐,李开宇,等.全日制专业学位研究生教育满意度的调查分析——基于部分全国重点高校应届毕业生的视角[J].高教探索,2015(12):89-98.
- [2] 刘裕,黄俊英,张朝辉,等.MPA专业学位研究生教育满意度实证研究[J].中国青年研究,2017(2):108-113.

- [3] 包艳华,姜迪,钱江超.北航专业学位硕士研究生教育满意度调查[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2018,31(5):103-109.
- [4] 程伟华,张海滨,董维春.“双一流”建设背景下来华留学研究生教育质量研究——基于学生发展理论[J].学位与研究生教育,2019(1):64-71.
- [5] 杨娟.基于校友调查的院校研究生教育质量研究[J].高教探索,2019(11):21-26.
- [6] 陈凤洁,曹桂磊.非全日制研究生教育总体满意度的影响因素探究[J].教育观察,2019,8(29):130-133.
- [7] 许长青.专业学位硕士研究生教育质量发展评估报告:以华南地区研究型大学为例[J].现代大学教育,2012(3):93-100.
- [8] 张蓓,文晓巍.研究型大学研究生教育满意度模型实证分析——基于华南地区6所研究型大学的调查[J].中国高教研究,2014(2):64-69.
- [9] 荣利颖,邓峰.研究生教育质量保障与创新能力培养的实证分析——基于2017年全国研究生教育满意度调查[J].教育研究,2018(9):95-102.
- [10] 翟洪江,刁鑫,宋婧.个体特征、学校环境对硕士研究生教育满意度的影响研究[J].黑龙江高教研究,2019(6):109-114.

Study on Influencing Factors of Education Satisfaction of Full-time Master of Agriculture

LIU Hao¹, GUO Xiao-li², WANG Jin-hui²

(1. School of Agricultural Economics and Management, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801, China; 2. School of Public Administration, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801, China)

Abstract: With the continuous expansion of agricultural master education in China, the degree of satisfaction of full-time agricultural master education has gradually become a research topic. To study the factors influencing the degree of satisfaction of full-time agricultural master education, for understanding the training process management performance of full-time agricultural masters in agriculture and forestry colleges. The method is to collect the data and construct the structural equation model by distributing questionnaires about the education satisfaction of full-time agricultural masters to agricultural and forestry colleges. The index content includes the perspective of education quality improvement, from four aspects: education soft environment, teaching hardware facilities, tutor training quality and graduation and employment management. The results showed that the degree of importance of factors affecting the evaluation of educational satisfaction for agricultural masters was the soft environment of education, the cultivation and management of tutors, the management of graduation and employment, and the teaching hardware facilities. Many factors were the key factors to improve the quality of education, and also the main factors affecting the degree of satisfaction evaluation of full-time agricultural master education. They were related to the knowledge learning and scientific research training of full-time agricultural master education. Such as talent training objectives, teaching teams, teachers, professional leaders, research training conditions, research level and guidance frequency of tutors, library collections and e-books, teaching infrastructure, paper guidance and management and the implementation of the system arrangements.

Keywords: full-time master in agriculture; educational satisfaction; influencing factors; structural equation model(SEM)

著作权使用声明

本刊已许可中国知网、维普网、万方数据等知识服务平台以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。

黑龙江农业科学编辑部