

营养物质对莱氏野村菌 MZ060806 生长的影响

孔 琼^{1a,2},袁盛勇^{1b},吴志刚^{1a},王传铭^{1a},李林刚^{1a},严 芸^{1a}

(1 红河学院 a 生物系,b 农学系,云南 蒙自 661100;2 云南农业大学 植物保护学院,云南 昆明 650201)

[摘 要] 【目的】了解不同营养物质对莱氏野村菌生长的影响,为其开发利用奠定基础。【方法】以查氏培养基为基础培养基,研究不同碳源(葡萄糖、蔗糖、乳糖、麦芽糖、果糖、木糖、甘露醇、可溶性淀粉)、氮源(酵母浸粉、尿素、牛肉蛋白胨、硝酸钠、硝酸钾、硫酸铵、水解酪蛋白、胰蛋白胨、硝酸铵)、维生素(抗坏血酸、硫胺素、烟酸、吡哆醇、核黄素、生物素、泛酸)及不同碳氮比(5:1,10:1,15:1,30:1,60:1,120:1,240:1,480:1)对莱氏野村菌 MZ060806 菌株菌落直径、菌丝干质量和产孢量的影响。【结果】适宜莱氏野村菌 MZ060806 菌落生长的最佳碳源是蔗糖,氮源是水解酪蛋白,碳氮比是 15:1,维生素是生物素;有利于菌丝生长的最佳碳源是可溶性淀粉,氮源是酵母浸粉,碳氮比是 15:1,维生素是泛酸、核黄素和抗坏血酸;明显促进产孢量增加的最佳碳源是葡萄糖,氮源是水解酪蛋白,碳氮比是 15:1,维生素是硫胺素。【结论】明确了促进莱氏野村菌 MZ060806 菌落扩展、菌丝生长和产孢的最佳碳源、氮源、维生素种类及碳氮比。

[关键词] 莱氏野村菌;营养物质;生长

[中图分类号] Q935

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2010)05-0204-05

Effects of different nutrients on growth of *Nomuraea rileyi* MZ060806

KONG Qiong^{1a,2},YUAN Sheng-yong^{1b},WU Zhi-gang^{1a},WANG Chuan-ming^{1a},
LI Lin-gang^{1a},YAN Yun^{1a}

(1 a Department of Biology,b Department of Agronomy,Honghe University,Mengzi,Yunnan 661100,China;

2 College of Plant Protection,Yunnan Agricultural University,Kunming,Yunnan 650201,China)

Abstract: 【Objective】The *Nomuraea rileyi* was studied to provide basic data to exploit it in large scale. 【Method】The effects on colony diameter,mycelium dry weight and spore yield of *Nomuraea rileyi* MZ060806 were studied under different nutritional mediums, which were added with different carbon sources (glucose, sucrose, lactose, maltose, fructose, xylose, mannitol, soluble starch), nitrogen sources (yeast powder, urea, peptone beef, sodium nitrate, potassium nitrate, ammonia sulfate, casein hydrolysate, tryptone, ammonium nitrate) and vitamins (V_C , V_{B_1} , V_{B_2} , V_{B_6} , $V_{B_{12}}$, V_H , V_{B_5}), ratio of carbon-to-nitrogen (5:1, 10:1, 15:1, 30:1, 60:1, 120:1, 240:1, 480:1). 【Result】For colony diameter, the best carbon source was sucrose, the best nitrogen source casein hydrolysate, the optimal carbon-to-nitrogen ratio 15:1, and the best vitamin V_H ; the best carbon source for mycelium growth soluble starch, the best nitrogen source yeast powder, the optimal carbon-to-nitrogen ratio 15:1, and the best vitamin V_{B_5} ; the best carbon source for sporulation quantity was glucose, the best nitrogen source casein hydrolysate, the optimal carbon-to-nitrogen ratio 15:1, and the best vitamin V_{B_1} . 【Conclusion】The optimal kinds of carbon sources, nitrogen sources, vitamins and ratio of carbon-to-nitrogen to accelerate growth were ascertained.

Key words: *Nomuraea rileyi*; nutrient; growth

* [收稿日期] 2009-11-13

[基金项目] 红河学院校级项目(XJ1Y0804);红河学院生物化学与分子生物学重点学科建设项目;红河学院生物科学重点专业建设项目(ZD200803)

[作者简介] 孔 琼(1976—),女,云南宣威人,讲师,在读博士,主要从事植物病虫害防治研究。E-mail:kq_biology2@126.com

莱氏野村菌(*Nomuraea rileyi*)是一种分布广泛的虫生真菌,可侵染 40 多种昆虫,特别是对鳞翅目夜蛾科害虫具有较强致病力,在田间常引起病害流行^[1-4]。国外已对该菌进行了大量研究,但多集中于菌株资源的调查与开发、病原流行病学、致病性及与杀虫剂相容性等方面,并成功应用于大豆田夜蛾科害虫大豆夜蛾和美洲棉铃虫的防治^[4-9];国内对莱氏野村菌的研究起步较晚,更多研究集中于菌株分离鉴定,对棉铃虫、烟青虫和夜蛾科害虫的致病性测定及田间小蠹虫防治等方面^[9-14],而有关该菌的生物学特性、寄主范围、致病机理等研究报道较少。本文以查氏培养基为基础培养基,研究不同碳源、氮源、碳氮比及维生素对莱氏野村菌 MZ060806 菌落生长、菌丝干质量和产孢量的影响,进而筛选出适宜的培养基配方,以期为该菌的利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

1.1.1 菌 种 莱氏野村菌(MZ060806)于 2006 年分离自红河学院附近菜地罹病斜纹夜蛾,采用 PPDA^[12]培养基(1 L PDA 中添加蛋白胨 10 g)进行扩繁。为了试验的一致性,采用培养 20 d 的菌种,用打孔器取直径为 5 mm 的菌丝块用于后续试验。

1.1.2 培养基 以查氏(Czapek)培养基为基础培养基,其组成为:2 g NaNO₃、1 g K₂HPO₄、0.5 g KCl、0.5 g MgSO₄、0.01 g FeSO₄、30 g 蔗糖、15~20 g 琼脂和 1 000 mL 水。

1.1.3 菌种培养条件 菌种于(25±1)℃条件下、光照培养箱中全光照培养 20 d 后用于后续试验。

1.2 方 法

1.2.1 不同碳源对莱氏野村菌生长的影响 培养基中分别添加 30 g/L 的葡萄糖、蔗糖、乳糖、麦芽糖、果糖、木糖、甘露醇和可溶性淀粉,以其作为碳源,以无碳源的基础培养基为对照,配制含不同碳源的培养基,研究不同碳源对莱氏野村菌生长的影响。

1.2.2 不同氮源对莱氏野村菌生长的影响 培养基中分别添加 30 g/L 酵母浸粉、尿素、牛肉蛋白胨、硝酸钠、硝酸钾、硫酸铵、水解酪蛋白、胰蛋白胨和硝酸铵,以其为氮源,以无氮源的基础培养基为对照,配制含不同氮源的培养基,研究不同氮源对莱氏野村菌生长的影响。

1.2.3 不同碳氮比对莱氏野村菌生长的影响 在去除氮源和碳源的基础培养基中添加 2 g/L 酵母浸

粉为氮源,以 10,20,30,60,120,240,480,960 g/L 葡萄糖为碳源,配制碳氮质量比分别为 5:1,10:1,15:1,30:1,60:1,120:1,240:1,480:1 的培养基,研究不同碳氮比对莱氏野村菌生长的影响。

1.2.4 不同维生素对莱氏野村菌生长的影响 以 2 g/L 酵母浸粉为氮源代替基础培养基中的硝酸钠,分别加入 10 mg/L 的抗坏血酸、硫胺素、烟酸、吡哆醇、核黄素、生物素、泛酸,以不加任何维生素的基础培养基作为对照,配制含不同维生素的培养基,研究不同维生素对莱氏野村菌生长的影响。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 菌落直径 将配制好的不同营养成分固体培养基分别倒入直径 9 cm 培养皿中,每皿 15~20 mL,凝固冷却后接种菌丝块于平板中央,于(25±1)℃条件下、全光照培养,每处理 5 次重复,20 d 后测量菌落直径。

1.3.2 菌丝干质量 将配制好的不同营养成分的液体培养基 50 mL 装入 250 mL 三角瓶内,接种 2 块菌丝块,于(25±1)℃、(120±10)r/min 的摇床上全光照培养 7 d,再静止培养 5 d,将菌丝用滤纸过滤,并于 80℃恒温箱中干燥至恒质量,用精密电子天平(0.001 g)称量菌丝干质量,每处理重复 5 次。

1.3.3 产孢量 将配制好的不同营养成分固体培养基分别倒入直径 9 cm 培养皿中,每皿 15~20 mL,凝固冷却后接种菌丝块,于(25±1)℃条件下、全光照培养 10 d 后,在培养基上加入 10 mL 体积分数 0.05% 吐温-80+无菌水,用三角刮片轻轻刮取菌丝,制成悬浮液,用血球计数板统计产孢量。

1.4 数据处理

试验数据用“平均值±标准误”表示,并用 Duncan 法进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同碳源对莱氏野村菌生长的影响

从表 1 可见,莱氏野村菌对不同碳源的利用情况有差异。在供试的 8 种碳源中,蔗糖有利于菌落生长,菌落直径最大,且与其他碳源有显著差异;而在果糖、木糖和可溶性淀粉培养基上生长的菌丝稀少,菌落无扩展迹象。对菌丝生长最有利的是可溶性淀粉,菌丝干质量最高达 1.35 g/L,是对照的 22.5 倍,二者之间差异极显著;乳糖、蔗糖和麦芽糖次之,菌丝干质量分别为 1.24,0.76,0.74 g/L。最利于产孢的是葡萄糖,产孢量达 39.33×10⁶ mL⁻¹,与其他碳源差异极显著;其次是甘露醇、蔗糖和木

糖;乳糖最小,与其他碳源无显著差异。

表 1 不同碳源对莱氏野村菌菌落直径、菌丝干质量和产孢量的影响

碳源 Carbon source	菌落直径/mm Colony diameter	菌丝干质量/(g·L ⁻¹) Dry weight of mycelium	产孢量/(×10 ⁶ mL ⁻¹) Sporulation quantity
葡萄糖 Glucose	9.86±0.29 Bb	0.41±0.07 Cc	39.33±6.36 Aa
蔗糖 Sucrose	18.12±2.58 Aa	0.76±0.09 Bb	11.33±4.67 Bb
乳糖 Lactose	9.85±0.45 Bb	1.24±0.14 Aa	5.33±0.88 Bb
麦芽糖 Maltose	12.24±1.22 Bab	0.74±0.06 Bb	8.67±3.71 Bb
果糖 Fructose	—	0.08±0.01 Dd	7.33±0.67 Bb
木糖 Xylose	—	0.08±0.01 Dd	11.33±2.40 Bb
甘露醇 Mannitol	10.08±0.65 Bb	0.37±0.06 Ccd	12.00±1.53 Bb
可溶性淀粉 Soluble starch	—	1.35±0.09 Aa	6.67±0.33 Bb
CK	—	0.06±0.01 Dd	—

注:同列数据后标不同大写字母者表示差异显著($P<0.05$);标不同小写字母者表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。
Note: Different small letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$);different captial letters in the same column indicate extemely significant difference($P<0.01$). The following tables are the same.

2.2 不同氮源对莱氏野村菌生长的影响

由表 2 可知,有机氮比无机氮更有利于莱氏野村菌的生长,而无机氮中铵态氮优于硝态氮。最有利于菌落生长的氮源是水解酪蛋白,20 d 时菌落直径达 38.04 mm;其次是酵母浸粉、牛肉蛋白胨和胰蛋白胨,且三者间差异不显著。有机氮中有利于菌

丝生长的是酵母浸粉,其菌丝干质量达 1.74 g/L,是对照的 19.3 倍;其次是胰蛋白胨,二者均极显著高于其他处理。促进产孢量增加的是水解酪蛋白和胰蛋白胨,产孢量分别为 911.33×10^6 和 885.33×10^6 mL⁻¹,但两者差异不显著。

表 2 不同氮源对莱氏野村菌菌落直径、菌丝干质量和产孢量的影响

氮源 Nitrogen source	菌落直径/mm Colony diameter	菌丝干质量/(g·L ⁻¹) Dry weight of mycelium	产孢量/(×10 ⁶ mL ⁻¹) Sporulation quantity
酵母浸粉 Yeast powder	36.28±2.84 Aa	1.74±0.12 Aa	285.00±139.62 BCbc
尿素 Urea	—	0.15±0.00 DEc	44.00±10.41 Cc
牛肉蛋白胨 Peptone beef	33.82±5.12 Aa	0.13±0.00 EFcd	466.00±94.30 Bb
硝酸钠 Sodium nitrate	16.35±1.36 Bb	0.10±0.00 GFde	23.67±4.18 Cc
硝酸钾 Potassium nitrate	15.72±1.87 Bb	0.16±0.00 Dc	56.67±8.45 Cc
硫酸铵 Ammonia sulfate	32.75±2.75 Aa	0.30±0.00 Cb	52.33±17.63 Cc
水解酪蛋白 Casein hydrolysate	38.04±1.25 Aa	0.10±0.00 Gde	911.33±239.54 Aa
胰蛋白胨 Tryptone	33.34±2.83 Aa	1.71±0.01 Ba	885.33±18.22 Aa
硝酸铵 Ammonium nitrate	32.40±1.84 Aa	0.11±0.01 FGde	23.67±4.18 Cc
CK	13.01±0.87 Bb	0.09±0.00 Ge	30.67±1.45 Cc

2.3 不同碳氮比对莱氏野村菌生长的影响

干质量和产孢量的影响,结果见表 3。

比较不同碳氮比对莱氏野村菌菌落直径、菌丝

表 3 不同碳氮比对莱氏野村菌菌落直径、菌丝干质量和产孢量的影响

碳氮比 Ratio of carbon-to-nitrogen	菌落直径/mm Colony diameter	菌丝干质量/(g·L ⁻¹) Dry weight of mycelium	产孢量/(×10 ⁶ mL ⁻¹) Sporulation quantity
5 : 1	23.89±2.90 Aa	0.10±0.01 Bb	85.00±12.10 ABa
10 : 1	12.82±1.17 Bb	0.09±0.01 Bb	17.00±2.00 ABa
15 : 1	24.17±4.05 Aa	1.19±0.13 Aa	138.00±98.82 Aa
30 : 1	11.70±0.52 Bb	0.12±0.01 Bb	30.67±5.70 ABa
60 : 1	11.61±0.80 Bb	0.06±0.01 Bb	9.33±1.86 Ba
120 : 1	18.79±2.01 ABab	0.04±0.01 Bb	16.33±3.18 ABa
240 : 1	—	0.04±0.01 Bb	7.67±1.45 Ba
480 : 1	—	—	—

表 3 表明,在不同碳氮比培养基上莱氏野村菌的生长情况不同。最有利于菌落生长的碳氮比为

15 : 1,20 d 时菌落直径最大,达 24.17 mm;其次是碳氮比为 5 : 1,菌落直径为 23.89 mm,但两者差异

不显著;当碳氮比为 240 : 1 和 480 : 1 时,始终未见菌落生长。碳氮比为 15 : 1 时,12 d 后菌丝干质量最高,为 1.19 g/L,其次是碳氮比为 30 : 1,两者间有极显著差异($P<0.01$)。能明显促进产孢量增加的碳氮比是 15 : 1,产孢量为 $138.00\times10^6\text{ mL}^{-1}$,其次是碳氮比为 5 : 1 和 30 : 1,但三者间的差异不显著。

2.4 不同维生素对莱氏野村菌生长的影响

表 4 表明,在供试质量浓度(10 mg/L)下,添加

维生素对莱氏野村菌的生长均有一定影响。生物素、烟酸和抗坏血酸对菌落生长有明显的促进作用,20 d 时菌落直径分别为 21.84,21.52 和 21.18 mm,但三者间差异不显著。供试的 7 种维生素的添加对菌丝生长无明显影响。泛酸对莱氏野村菌产孢量有明显的抑制作用,硫胺素和生物素能明显促进产孢量增加,产孢量分别为 109.67×10^6 和 $105.00\times10^6\text{ mL}^{-1}$,极显著高于其他处理。

表 4 不同维生素对莱氏野村菌菌落直径、菌丝干质量和产孢量的影响

Table 4 Effects of vitamins on colony diameter,dry weight of mycelium and sporulation quantity

维生素 Vitamin	菌落直径/mm Colony diameter	菌丝干质量/(g·L ⁻¹) Dry weight of mycelium	产孢量/($\times10^6\text{ mL}^{-1}$) Sporulation quantity
抗坏血酸 V _C	21.18±0.29 Aa	0.41±0.01 ABa	40.00±6.51 BCbcd
硫胺素 V _{B₁}	19.10±0.31 Bb	0.40±0.01 ABa	109.67±6.33 Aa
烟酸 V _{B₅}	21.52±0.13 Aa	0.37±0.01 Ba	52.00±1.53 Bb
吡哆醇 V _{B₆}	18.65±0.71Bb	0.38±0.01 ABa	46.33±2.40 Bbc
核黄素 V _{B₂}	17.81±0.70 Bb	0.41±0.01 Aa	44.67±2.33 Bbc
生物素 V _H	21.84±0.11 Aa	0.40±0.01 ABa	105.00±11.85 Aa
泛酸 V _{B₅}	18.13±0.39 Bb	0.41±0.01 Aa	17.33±4.10 Dd
CK	18.60±0.22 Bb	0.40±0.01 ABa	25.67±1.67 CDcd

3 讨 论

莱氏野村菌寄主范围广,具有较大的开发潜力,但其对营养成分要求极高^[12]。本研究结果表明,在添加不同碳源、氮源、碳氮比、维生素的培养基中均能明显促进该菌生长,且碳源、氮源和维生素等营养是其生长不可缺少的物质和能量来源。莱氏野村菌对碳源的利用不是很严格,而当添加有机氮到培养基时,能够明显促进菌落扩展、菌丝生长和产孢量的增加,因此有机氮是该菌生长的一个重要因子,这与冯冬梅^[15]和刘琴等^[13]报道的有机氮培养基更适合莱氏野村菌生长和产孢的结果相一致,但与林华峰等^[16]报道的结果不一致,这可能与不同地理来源的菌系之间具有一定的生理差异有关。各种营养成分可强化该菌的不同阶段生长,对营养生长的有用物质并不一定有利于生殖生长,反之亦然。莱氏野村菌的营养生长和生殖生长是不同步的,为两个相对独立的生理过程,所需要的营养因子有所差异。

4 结 论

不同营养物质对莱氏野村菌菌株 MZ060806 的菌落直径、菌丝干质量和产孢量具有明显影响。适宜菌落生长的最佳碳源是蔗糖,氮源是水解酪蛋白,碳氮比是 15 : 1,维生素是生物素;有利于菌丝生长的最佳碳源是可溶性淀粉,氮源是酵母浸粉,碳氮比

是 15 : 1,维生素是泛酸、核黄素和抗坏血酸;明显促进产孢量增加的最佳碳源是葡萄糖,氮源是水解酪蛋白,碳氮比是15 : 1,维生素是硫胺素。

[参考文献]

[1] Ignoffo C M,Garcia C. Host spectrum and relative virulence of an Ecuadoan and a Mississippian biotype of *Nomuraea rileyi* [J]. Journal of Invertebrate Pathology,1985,45(3):346-352.

[2] Lacey L A,Goettel M S. Current developments in microbial control of pests and prospects for the early 21st century [J]. Entomophaga,1995,40(1):3-27.

[3] 蒲蛰龙,李增智. 昆虫真菌学 [M]. 合肥:安徽科学技术出版社,1996.

Pu Z L,Li Z Z. Insect mycology [M]. Hefei:Anhui Science and Technology Press,1996. (in Chinese)

[4] Mccoy C W,Aamson R A,Boucias D G. Entomogenous fungi [M]//Ignoffo C M,Mandava N B. Handbook of natural pesticides; Microbial insecticides; Vol. Boca Raton,FL, USA: CRC Press,Inc,1988:151-236.

[5] Devip S,Prasad Y G,Chowdary D A,et al. Identification of virulent isolates of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* (F) Samson for the management of *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera litura* [J]. Mycopathologia, 2003, 156 (4): 365-373.

[6] Pornpoj S,Chanpen W,Somsak P. Studies on the pathogenesis of the local isolates of *Nomuraea rileyi* against *Spodoptera litura* [J]. Science Asia,2005,31(3):273-276.

[7] Ambethgar V, Loganatan M. Incidence of green muscardine fungus, *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson on *Spodoptera litura*

(Fab.) in soybean, *Glycine max* (L.) Merrill from TamilNadu (India) [J]. Journal of Entomological Research, 1998, 22: 195-196.

[8] Mohameda K A. Histopathology of *Nomuraea rileyi* in larvae of *Heliothis zea* and in vitro enzymatic activity [J]. Journal of Invertebrate Pathology, 1978, 31: 345-352.

[9] Lopresmi I, Barros M D E, De Baeos N M. Virulence of stored conidia of *Nomuraea rileyi* against soybean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* [J]. Ciencia Rural, 1995, 25(2): 197-200.

[10] 李世广, 林华峰. 不同条件下几种虫生真菌对棉铃虫的侵染致病效应 [J]. 华东昆虫学报, 2003, 12(1): 29-34.

Li S G, Lin H F. Pathogenicity of several fungal species on *Helicoverpa armigera* in different conditions [J]. Entomological Journal of East China, 2003, 12(1): 29-34. (in Chinese)

[11] 李世广, 林华峰, 徐庆丰, 等. 几种虫生真菌对烟青虫的致病性研究 [J]. 安徽农业大学学报, 2001, 28(4): 376-379.

Li S G, Lin H F, Xu Q F, et al. Studies on pathogenicity of several fungal species on *Helicoverpa assulta* [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2001, 28(4): 376-379. (in Chinese)

[12] 杨新军, 林华峰, 李茂业, 等. 莱氏野村菌 Nr05 菌株的培养性状及其对斜纹夜蛾的毒力 [J]. 中国生物防治, 2007, 23(1): 44-48.

Yang X J, Lin H F, Li M Y, et al. Cultural characteristics of *Nomuraea rileyi* Nr05 and its virulence to *Spodoptera litura* [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2007, 23(1): 44-48. (in Chinese)

[13] 刘 琴, 徐 健, 殷向东, 等. 莱氏野村菌的生物学特性及其对甜菜夜蛾的致病力研究 [J]. 江苏农业学报, 2009, 25(1): 68-72.

Liu Q, Xu J, Yin X D, et al. Study on the biological characteristics of *Nomuraea rileyi* and its pathogenicity against *Spodoptera exigua* [J]. Jiangsu Journal of Agricultural Science, 2009, 25(1): 68-72. (in Chinese)

[14] 黄桂英, 左天兴, 任金龙, 等. 粉拟青霉菌、莱氏野村菌防治松小蠹虫试验 [J]. 林业调查规划, 2005, 30(4): 109-111.

Huang G Y, Zuo T X, Ren J L, et al. Experiment for *Paecilomyces farinosus* & *Nomuraea rileyi* to control *Tomicus piniperda* L. [J]. Forest Inventory and Planning, 2005, 30(4): 109-111. (in Chinese)

[15] 冯冬梅. 莱氏野村菌 (*Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson) 生长和产孢条件的探索 [J]. 西南农业学报, 1989, 2(2): 57-62.

Feng D M. Conditions of growth and sporulation for *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 1989, 2(2): 57-62. (in Chinese)

[16] 林华峰, 李世广, 徐庆丰. 三种虫生真菌培养性状的研究 [J]. 安徽农业大学学报, 1999, 26(4): 440-442.

Lin H F, Lin S G, Xu Q F. Study on cultivation properties of three entomopathogenic fungal species [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 1999, 26(4): 440-442. (in Chinese)

(上接第 203 页)

[13] 蒋传中, 李志萍, 邓寒霜. 丹参浸出物与灰分测定实验研究 [J]. 西北药学杂志, 2004, 19(4): 159-160.

Jiang C Z, Li Z P, Deng H S. The experiment research of extraction and ash determination in *Salvia* [J]. Northwest Pharmaceutical Journal, 2004, 19(4): 159-160. (in Chinese)

[14] 李 洁. 不同产地半枝莲中浸出物含量的比较研究 [J]. 中华中医药学刊, 2007, 25(6): 1207-1208.

Li J. Comparison of content extracts in *Scutellaria barbata* from different places [J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2007, 25(6): 1207-1208. (in Chinese)

[15] 杨 萍, 曹 敏, 张运杰, 等. 不同产地天冬药材浸出物比较 [J]. 中外健康文摘, 2007, 4(3): 28-29.

Yang P, Cao M, Zhang Y J, et al. Comparison of content extracts in *Asparagus radix* from different places [J]. China and Foreign Health Tabloid, 2007, 4(3): 28-29. (in Chinese)