

内蒙古自治区主栽马铃薯品种对黄萎病的抗性鉴定

温晨阳 赵英杰 东保柱 孟焕文 赵 君 周洪友*

(内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特 010018)

摘要: 为明确内蒙古自治区主栽马铃薯品种对黄萎病的抗性情况, 于2016年分别在内蒙古自治区乌兰察布市凉城县、锡林郭勒盟正蓝旗、锡林郭勒盟多伦县3个试验田对16个马铃薯品种抗性进行鉴定。试验采用室内与田间鉴定相结合, 通过调查地上部植株和地下部块茎的发病程度评价马铃薯品种的抗性。室内抗性鉴定结果显示, 在所测定的16个马铃薯品种中, 抗病品种有3个($10 \leq$ 病情指数 <20), 占总品种的18.75%; 中抗品种有8个($20 \leq$ 病情指数 <35), 占总品种的50.00%; 感病品种有5个(病情指数 ≥ 35), 占总品种的31.25%, 未发现免疫和高抗品种。田间人工病圃和自然病圃抗性鉴定结果显示, 部分品种在不同地区的抗性表现不稳定, 其中合作88在不同地区的抗性水平较强, 适合在黄萎病流行地区种植, 从而达到防病增产的目的。

关键词: 黄萎病; 抗性水平; 人工接种; 病情指数

The resistant identification to *Verticillium* wilt for main cultivars of potato in Inner Mongolia

Wen Chenyang Zhao Yingjie Dong Baozhu Meng Huanwen Zhao Jun Zhou Hongyou*

(Agricultural College, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: In order to clarify the resistance level of potato varieties against *Verticillium dahliae* in Inner Mongolia, the main cultivars of potato varieties were identified in three counties, Liangcheng in Wulanchabu City, Zhenglan Banner and Duolun of Xilin Gol League, with 16 different varieties in 2016. The identification were carried out under both field and laboratory condition by using the method of inoculation and nature infected. Evaluation of potato resistance to *V. dahliae* was performed by investigating the symptom on both the underground tubers and aerial part leaves of plant. The results showed with the total tested varieties that the resistance level of different potato varieties to *Verticillium* wilt was variable, and three varieties showed resistant level ($10 \leq$ disease index < 20) and the ratio was 18.75%, eight varieties showed middle resistance level ($20 \leq$ disease index < 35), accounting for 50.00%, and five varieties showed susceptibility (disease index ≥ 35), accounting for 31.25%, and no immune and high resistance variety was screen out in this identification. Through a comprehensive analysis of the results obtained from the investigation on the part leaves and the underground tubers of potato varieties planted both in the artificial nursery and natural infected field, the resistance of some varieties were discovered instability in different areas. Hezuo 88 showed the highest level against *V. dahliae*, this variety was suitable for planting in the epidemic area of *Verticillium* wilt with potato, thereby achieving the purpose of controlling disease and increasing yield.

Key words: *Verticillium* wilt; resistance level; artificial inoculation; disease index

马铃薯是全球第四大重要的粮食作物, 仅次于 水稻、小麦和玉米。马铃薯生产在我国发展迅速, 如

今我国已成为世界上马铃薯种植面积最大的国家,产量占世界总产量的22%(魏延安,2005;徐开生,2007)。马铃薯作为内蒙古自治区主要种植作物,在区内各地均有分布,到2012年全区种植面积已达68.12万hm²,总产量稳定在1 000万t以上(侯兰在等,2013)。马铃薯种植面积的不断扩大,轮作倒茬困难,使得马铃薯土传病害普遍发生(刘宝玉等,2011),其中马铃薯黄萎病是目前马铃薯生产中继枯萎病、黑痣病外又一危害马铃薯生产的重要病害,且有进一步扩大蔓延的趋势,而国内关于不同马铃薯品种对黄萎病抗性鉴定的相关报道较少。因此,对内蒙古自治区不同马铃薯品种进行抗黄萎病的鉴定,有助于了解该区各马铃薯品种对黄萎病的抗性水平,对防治马铃薯黄萎病具有重要意义。

马铃薯黄萎病是一种维管束病害,典型症状是植株变黄、萎蔫(张成礼,2004)。引起马铃薯黄萎病发生的病原菌主要有2种,隶属于半知菌类,轮枝菌属下的黑白轮枝菌 *Verticillium albo-atrum* (刘宝康等,1992;田世民等,1995;彭学文和朱杰华,2008)和大丽轮枝菌 *V. dahliae* (彭学文,2003;陈爱昌等,2013),其从根部伤口侵入,在维管束蔓延,对马铃薯产生较大的危害,轻者产量损失20%~30%(Busch & Smith, 1982;李济寰和张志铭,1992),重者产量损失达50%以上。关于马铃薯黄萎病的防治,目前国内外仍缺乏有效的措施,通过传统的防治方法难以有效地控制该病害的发生和蔓延。防治马铃薯黄萎病的化学药剂,在防治效果上并不理想,加之我国为提高农产品质量,将逐步减少农药的使用量,故其有较大的局限性;生物防治是防治土传病害比较有潜力的措施,但效果差且见效慢;选用抗病品种是防治马铃薯黄萎病既经济有效又环境安全的措施。Karademir et al.(2010)研究了不同棉花品种对由大丽轮枝菌引起的黄萎病的抗性水平并筛选出了3份抗病品种(GW-Teks、GW-Golda和Carmen)和3份感病品种(Mara 92、Sayer 314和Stoneville 453)。Kheiri & Fatahi(2010)通过筛选确定了2个黄萎病发病率低的棉花品种和1个黄萎病发病率高的棉花品种。Erdogan et al.(2006)报道棉花栽培种Carmen对黄萎病具有较高的抗病性。Jarl et al.(1999)通过融合野生的具有抗黄萎病特性的原生质体,得到了新的抗病四倍体植株,但该植株后代不育。陈灵芝(2006)鉴定了43份茄子种质资源对黄萎病的抗性,筛选出了3份中抗材料和6份耐病材料,为茄子抗黄萎病育种提供了选配亲本的依据。González et al.(2007)利

用不同来源的种质资源进行杂交得到了向日葵抗黄萎病的变异品种。张天真等(2000)提出构建抗黄萎病品种选育的轮回选择基础群体,将已有抗源导入该群体,通过提高群体的抗黄萎病水平,再选择能抗多个菌系的抗病品种,即将多个不同的抗病基因聚合到一个品种中。已有的研究多集中在棉花、茄子、向日葵等作物的抗黄萎病育种方面,而关于我国马铃薯主栽品种抗黄萎病育种方面的相关报道较少。

为明确内蒙古自治区主栽马铃薯品种的抗性水平,本研究于2016年对16个马铃薯品种进行室内抗性鉴定试验,并在内蒙古自治区乌兰察布市凉城县、锡林郭勒盟正蓝旗、锡林郭勒盟多伦县3个试验田对16个马铃薯品种进行田间抗性鉴定试验,以明确该区主栽马铃薯品种对黄萎病的抗性水平,以期马铃薯抗病育种和生产上防治马铃薯黄萎病提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料

供试病原菌和植物:大丽轮枝菌由内蒙古农业大学农学院植物病理教研室分离、鉴定、保存。马铃薯品种共16个,种薯等级为原原种,其中布尔班克(Bourbon)、费乌瑞它(Favorite)、夏波蒂(Shepody)、大西洋(Atlantic)、冀张12号、993、大白花、克新1号由内蒙古中加薯业公司提供;同薯20、同薯23、晋薯13,山西大同高寒作物研究所提供;云薯401、云薯505、云薯304、云薯603、合作88由云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所提供。

培养基:马铃薯葡萄糖琼脂(potato dextrose agar, PDA)培养基:去皮马铃薯200 g、琼脂18 g、葡萄糖20 g、蒸馏水1 000 mL;察氏(Czapek)液体培养基:KCl 0.5 g、K₂HPO₄ 1 g、FeSO₄ 0.01 g、KNO₃ 2.0 g、MgSO₄ 0.5 g、蔗糖20 g、蒸馏水1 000 mL(方中达,1998);棉籽培养基:棉籽洗净后浸泡在水中24 h,121℃灭菌45 min。

1.2 方法

1.2.1 不同马铃薯品种的室内抗性鉴定试验

接种液制备:将大丽轮枝菌转接到PDA培养基上,于25℃下12 h黑暗/光照交替培养7 d,沿菌落边缘打取直径为7 mm的菌饼,放入装有150 mL Czapek液体培养基的300 mL锥形瓶中,每瓶10个菌饼,25℃下以150 r/min连续振荡培养15 d,将其用双层灭菌纱布过滤,得到菌悬液,将孢子浓度调为10⁷个/mL(方中达,1998),备用。

接种方法:将不同品种的马铃薯原原种,种于装

有灭菌土(土与蛭石比例为2:1)、直径为30 cm花盆中,每个花盆种5株,每个品种种5盆,3次重复,保证马铃薯苗健康存活即可,不要浇水。当马铃薯幼苗长到2~4片真叶时,采用蘸根法于接种前1 d对马铃薯苗进行蘸根处理,将育苗袋从花盆中拿出,拿出时部分根被扯断,从而轻微伤根,将马铃薯幼苗浸入大丽轮枝菌悬液中15 min。回栽至花盆中,放置在25℃、4 000 lx光照强度的条件下培养20 d。

1.2.2 马铃薯黄萎病发病情况的室内调查方法

在2016年7月15日对所有室内马铃薯植株的地上部黄萎病发病情况进行调查并记录,以下部叶片的一条茎或茎一侧的小枝叶片萎蔫或者出现褪绿黄斑作为黄萎病发病的判断依据,并根据黄萎病情况分级标准进行分级,分级标准:1级:健株,叶片无症状;2级:病株叶片25%以下出现症状,叶肉变为淡黄色或呈不规则形的黄色病斑;3级:病株叶片25%~50%表现症状,病斑颜色大部分变成黄色或黄褐色,叶片边缘略有卷枯;4级:病株叶片50%以上表现症状,有少数叶片凋落;5级:全株叶片发病,多为褐色掌状枯斑,叶片有的脱落成光秆,以致整株枯死。根据公式计算发病率、病情指数。发病率=发病总株数/调查总株数×100%;病情指数= Σ (各级病株×该病级代表数值)/(调查总株数×最高级代表数值)×100。根据病情指数进行马铃薯黄萎病抗性等级划分,病情指数等于0划分为免疫品种;0<病情指数<10划分为高抗品种;10≤病情指数<20划分为抗病品种;20≤病情指数<35划分为中抗品种;病情指数≥35划分为感病品种。

1.2.3 不同马铃薯品种的田间抗性鉴定试验

由于人工病圃下可以人为的控制发病,不受地点和季节的限制,自然病圃下的接种条件为自然条件,从而鉴定结果能较准确地反应供试马铃薯材料的抗性水平,鉴定圃设在内蒙古自治区的乌兰察布市凉城县试验田、锡林郭勒盟正蓝旗菜园子村试验田、锡林郭勒盟多伦县四合村试验田,其中前者为人工接菌病圃,后两者为自然病圃。人工病圃采用土壤接种法,即将大丽轮枝菌用棉籽培养基25℃培养20 d后晾干,在初耕起垄前按75 g/m²均匀撒在试验小区中,孢子量为6.5×10⁸个/g。自然病圃选取连年种植马铃薯且黄萎病发生严重的地块。播种前施用有机粪肥1.49 kg/m²,2016年4月底—5月初播种,每个品种种4行,每个小区长4 m、宽5 m,面积为20 m²,行长5 m,行距90 cm,株距25 cm,每行种植30株。重复3次,试验采用随机区组排列,试验地四周设

2 m保护行。田间常规管理。

1.2.4 马铃薯黄萎病发病情况的田间调查方法

地上叶片病情严重度调查方法:于2016年8月20日调查马铃薯地上部叶片黄萎病的发病情况,方法同它同1.2.2。

地下块茎病情严重度调查方法:于2016年9月27日调查马铃薯地下块茎黄萎病的发病情况。将马铃薯块茎从穴中取出,去掉表面浮土,以1 cm厚度切开块茎脐部,块茎维管束变色部分呈半圆形八字褐变判断其发病,每个小区调查50个马铃薯块茎,每株取3~4个。黄萎病块茎发病等级划分标准:1级:健薯,块茎无症状;2级:病薯切开块茎脐部后维管束出现点状褐变;3级:病薯切开块茎脐部后维管束出现条斑状褐变;4级:病薯切开块茎脐部后维管束条斑状褐变继续扩大形成病环;5级:病薯切开块茎脐部后维管束病环状褐变向内扩展,整个病薯中心褐变。根据块茎发病调查结果和等级划分结果计算病薯率。病薯率=维管束变褐的块茎总数/调查块茎总数×100%。

1.2.5 马铃薯叶片病情指数和块茎病情指数的关系

利用SAS软件对自然病圃和人工病圃中不同马铃薯品种地上叶片病情指数 y 与地下块茎病情指数 x 进行线性回归分析,求得线性回归方程并计算线性回归方程的两尾临界值 r ,并查两尾临界值表确定地上叶片病情指数与地下块茎病情指数的相关性。

1.3 数据分析

采用SAS 9.1软件对试验数据进行方差分析,应用Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同马铃薯品种的室内抗性鉴定结果

室内接种的16个马铃薯品种中,没有免疫和高抗品种,抗病品种有3个(10≤病情指数<20),分别是克新1号、云薯401、合作88,占供试品种的18.75%;中抗品种有8个(20≤病情指数<35),分别是波尔班克、冀张12号、993、大白花、同薯20、晋薯13、同薯23、云薯505,占供试品种的50.00%;感病品种有5个(病情指数≥35),分别是费乌瑞它、夏波蒂、大西洋、云薯304、云薯603,占供试品种的31.25%,不同抗性评价结果之间的病情指数差异显著($P<0.05$),同一抗性水平下各品种间病情指数差异不显著。除了云薯401、大白花之外,其它14个马铃薯品种的发病率均大于50.00%(表1)。

表 1 内蒙古自治区主栽马铃薯品种对大丽轮枝菌的室内抗性鉴定结果

品种 Variety	病株率 (%) Rate of disease plant	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level
合作 88 Hezuo 88	53.85±0.67	19.23±0.42 g	抗病 Resistance
克新 1 号 Kexin 1	53.81±0.79	17.30±0.41 g	抗病 Resistance
云薯 401 Yunshu 401	26.67±0.67	18.33±0.44 g	抗病 Resistance
波尔班克 Bourbon	69.70±2.71	33.33±0.67 d	中抗 Middle resistance
冀张 12 号 Jizhang 12	56.25±1.98	25.48±0.58 e	中抗 Middle resistance
993	73.08±2.68	32.69±0.66 d	中抗 Middle resistance
大白花 Big white flower	44.18±0.52	25.18±0.58 e	中抗 Middle resistance
同薯 20 Tongshu 20	55.71±0.68	27.33±0.59 de	中抗 Middle resistance
晋薯 13 Jinshu 13	61.90±2.14	23.81±0.52 ef	中抗 Middle resistance
同薯 23 Tongshu 23	50.00±1.14	24.17±0.52 e	中抗 Middle resistance
云薯 505 Yunshu 505	50.00±0.64	22.50±0.51 ef	中抗 Middle resistance
云薯 304 Yunshu 304	94.29±0.67	40.63±0.74 b	感病 Susceptibility
云薯 603 Yunshu 603	92.42±2.55	43.10±0.78 b	感病 Susceptibility
大西洋 Atlantic	67.74±2.61	39.25±0.71 bc	感病 Susceptibility
夏波蒂 Shepody	88.75±3.04	39.85±0.71 bc	感病 Susceptibility
费乌瑞它 Favorite	96.80±3.42	66.30±2.14 a	感病 Susceptibility

表中数据为平均数±标准误。不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。Data are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$ level by Duncan's new multiple range test.

2.2 不同马铃薯品种的田间抗性鉴定结果

2.2.1 人工病圃中不同马铃薯品种的抗性评价结果

在凉城县的人工病圃中未发现免疫和高抗品种,除克新 1 号、云薯 401、波尔班克、同薯 20、云薯 505、大西洋、夏波蒂品种外,其它 9 个品种均能稳定地表现抗性,稳定表现抗性的品种占供试品种的 56.25%。稳定表现抗性的品种中有 1 个抗病品种,为合作 88,占供试品种的 6.25%;稳定表现中抗的品种有 5 个,分别为冀张 12 号、993、大白花、晋薯 13、同薯 23,占供试品种的 31.25%;稳定表现感病的品种有 3 个,分别为云薯 603、云薯 304、费乌瑞它,占供试品种的 18.75%。在抗性表现不稳定的 7 个品种中,从单一的调查部位来看,无论是地上叶片还是地下块茎,不同抗性水平之间的病情指数差异显著 ($P<0.05$),同一抗性水平下各品种间的病情指数不差异显著(表 2)。

2.2.2 自然病圃中不同马铃薯品种的抗性评价结果

在正蓝旗自然病圃中均未发现免疫和高抗品种,多数品种表现为中抗,除大西洋、冀张 12 号、993、大白花、云薯 304 品种抗性表现不稳定外,其它 11 个马铃薯品种均表现稳定的抗性,抗性表现稳定的马铃薯品种占供试品种的 68.75%,其中稳定表现

抗病的品种有 2 个,分别是云薯 401 和合作 88,占供试品种的 12.50%;稳定表现中抗的品种有 5 个,分别是克新 1 号、同薯 20、晋薯 13、同薯 23、云薯 505,占供试品种的 31.25%;稳定表现感病的品种有 4 个,分别是波尔班克、费乌瑞它、夏波蒂、云薯 304,占供试品种的 25.00%。从单一的调查部位上看,无论是地上叶片,还是地下块茎,不同的抗性评价结果之间的病情指数差异显著 ($P<0.05$),同一抗性水平下各品种间的病情指数差异不显著(表 3)。

在正蓝旗和多伦县的自然病圃中均未发现免疫和高抗品种,在不同地区的 2 个自然病圃中,除合作 88、云薯 603、云薯 304 三个品种在多伦县的试验田没有种植外和云薯 505 表现抗性不稳定外,其余 12 个品种均能表达稳定的抗性,抗性稳定的品种占供试品种的 75.00%,其中稳定表现抗病的品种有 2 个,分别是合作 88 和云薯 401,占供试品种的 12.50%;稳定表现中抗的品种有 6 个,分别是克新 1 号、冀张 12 号、大白花、同薯 20、晋薯 13、同薯 23,占供试品种的 37.50%;稳定表现感病的品种有 5 个,分别是波尔班克、大西洋、993、夏波蒂、费乌瑞它,占供试品种的 31.25%(表 3)。

表2 内蒙古自治区主栽马铃薯品种在人工病圃中的抗性评价结果

Table 2 Resistance evaluation of main potato cultivars in artificial inoculating field in Inner Mongolia

品种 Variety	叶片 Leaf		块茎 Tuber	
	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level
合作 88 Hezuo 88	12.09±0.44 h	抗病 Resistance	17.15±1.55 g	抗病 Resistance
云薯 401 Yunshu 401	13.51±0.44 gh	抗病 Resistance	21.47±0.74 fg	中抗 Middle resistance
克新 1 号 Kexin 1	25.66±0.44 ef	中抗 Middle resistance	16.63±0.50 g	抗病 Resistance
波尔班克 Bourbon	32.06±0.74 cde	中抗 Middle resistance	35.35±0.79 abc	感病 Susceptibility
冀张 12 号 Jizhang 12	20.49±0.74 fgh	中抗 Middle resistance	26.89±1.80 def	中抗 Middle resistance
993	28.11±0.79 ef	中抗 Middle resistance	30.37±1.32 cde	中抗 Middle resistance
大白花 Big white flower	30.89±0.71 def	中抗 Middle resistance	24.85±1.25 efg	中抗 Middle resistance
同薯 20 Tongshu 20	23.08±0.49 efg	中抗 Middle resistance	18.71±1.15 fg	抗病 Resistance
晋薯 13 Jinshu 13	22.17±0.74 efgh	中抗 Middle resistance	24.95±2.11 efg	中抗 Middle resistance
同薯 23 Tongshu 23	20.27±0.48 fgh	中抗 Middle resistance	20.18±0.36 fg	中抗 Middle resistance
云薯 505 Yunshu 505	20.24±0.79 fgh	中抗 Middle resistance	19.26±0.48 fg	抗病 Resistance
云薯 603 Yunshu 603	40.67±1.08 bcd	感病 Susceptibility	41.07±1.25 ab	感病 Susceptibility
云薯 304 Yunshu 304	42.16±1.15 bc	感病 Susceptibility	39.00±1.21 ab	感病 Susceptibility
大西洋 Atlantic	45.78±1.25 ab	感病 Susceptibility	20.35±1.22 fg	中抗 Middle resistance
夏波蒂 Shepody	39.56±0.81 bcd	感病 Susceptibility	33.93±0.74 bcd	中抗 Middle resistance
费乌瑞它 Favorite	54.02±1.41 a	感病 Susceptibility	42.91±1.55 a	感病 Susceptibility

表中数据为平均数±标准误。同列不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。Data are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$ level by Duncan's new multiple range test.

2.3 叶片病情指数和块茎病情指数的关系

利用 SAS 数据处理软件对凉城县人工病圃和正蓝旗自然病圃中供试的 16 个马铃薯品种的叶片病情指数和块茎病情指数进行线性回归分析,得到的线性回归方程分别为 $y=11.193+0.5395x(R=0.732)$ 和 $y=4.8447+0.721x(R=0.804)$,查 r 与 R 两尾临界值得 $r_{(14,0.05)}=0.497$, $r_{(14,0.01)}=0.623$, 相关系数 $R>r$, 结果表明田间提供的 16 个马铃薯品种在人工病圃和自然病圃中的地上叶片和地下块茎的病情指数呈显著正相关。

3 讨论

马铃薯黄萎病通常发生在连作马铃薯的田块中,田世民等(1995)报道该病害在河北省有分布;刘宝康等(1992)对陕西省由轮枝菌引起的马铃薯黄萎病种薯带菌进行了研究报道。内蒙古自治区作为马铃薯的主要产区,同样马铃薯黄萎病也经常发生。因此,本试验选择内蒙古自治区马铃薯种植区的自

然病圃和人工病圃为试验区。

马铃薯品种对黄萎病菌的抗性鉴定国内外鲜有报道,而关于棉花、茄子和向日葵等品种抗病性的研究较多。林玲等(2008)在 2003—2005 年对来自江苏省棉花种植区的 174 份试验品种(系)进行抗黄萎病鉴定,3 年共鉴定出高抗品种(系)8 份;易金鑫等(2000)对 310 份茄子种质资源进行了抗黄萎病田间自然鉴定,结果未筛选出高抗品种;王玉杰等(2011)对 40 份向日葵种质资源进行抗黄萎病的鉴定,未鉴定出免疫和高抗的品种。本试验采用室内品种抗性鉴定与田间自然病圃和人工病圃等多种抗性鉴定相结合的方法鉴定了马铃薯对黄萎病的抗性,结果表明在供试的 16 个马铃薯品种中均未发现免疫品种和高抗品种,多数表现为中抗水平,表明内蒙古自治区现有的马铃薯品种中对黄萎病抗性较高的品种稀少,而且普遍对黄萎病的抗性较差,为防止马铃薯黄萎病在内蒙古自治区继续危害蔓延,应扩大对抗病品种的筛选范围。

表3 内蒙古自治区主栽马铃薯品种在自然病圃中的抗性评价结果

Table 3 Resistance evaluation of main potato cultivars in natural infecting field in Inner Mongolia

品种 Variety	正蓝旗 Zhenglan Banner				多伦县 Duolun County	
	叶片 Leaf		块茎 Tuber		叶片 Leaf	
	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level	病情指数 Disease index	抗性水平 Resistance level
合作 88 Hezuo 88	15.56±1.14 e	R	19.38±1.55 d	R	—	—
克新 1 号 Kexin 1	29.22±0.49 bcde	T	21.86±1.80 cd	T	24.71±1.80 e	T
云薯 401 Yunshu 401	19.62±1.04 de	R	14.16±0.98 e	R	16.95±3.55 f	R
波尔班克 Bourbon	43.12±1.22 ab	S	35.36±1.55 b	S	42.00±2.11 b	S
大西洋 Atlantic	35.12±1.55 bc	S	33.68±0.79 b	T	37.42±1.55 bc	S
冀张 12 号 Jizhang 12	27.46±0.79 cde	T	19.51±0.44 d	R	23.95±2.11 e	T
993	36.29±1.55 bc	S	30.87±0.97 b	T	35.39±3.33 c	S
大白花 Big white flower	28.82±0.44 bcde	T	41.91±1.32 a	S	27.81±1.25 de	T
同薯 20 Tongshu 20	26.51±0.74 cde	T	22.21±0.74 cd	T	25.94±0.78 de	T
晋薯 13 Jinshu 13	30.70±0.88 bcd	T	24.90±1.25 c	T	29.54±1.55 d	T
同薯 23 Tongshu 23	30.06±0.79 bcd	T	23.81±1.25 cd	T	28.92±3.04 d	T
云薯 505 Yunshu 505	27.66±0.88 cde	T	21.67±2.01 cd	T	18.37±3.42 f	R
云薯 603 Yunshu 603	51.80±3.33 a	S	41.07±0.74 a	S	—	—
云薯 304 Yunshu 304	42.38±2.75 ab	S	31.15±1.12 b	T	—	—
夏波蒂 Shepody	35.37±1.55 bc	S	35.64±1.80 b	S	39.33±1.32 bc	S
费乌瑞它 Favorite	50.83±2.34 a	S	42.84±2.11 a	S	50.85±2.75 a	S

R: 抗病; T: 中抗; S: 感抗。表中数据为平均数±标准误。同列不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。—: 该品种在多伦县试验田中未种植。R: Resistance; T: middle resistance; S: susceptibility. Data are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$ level by Duncan's new multiple range test. —: No planted in the test field in Duolun County.

人工病圃和自然病圃地上叶片和地下块茎的调查结果,仅合作 88 在内蒙古自治区的抗性水平较强,适合在黄萎病发生严重地区推广种植,对其采用人工接种的方式,人为创造病害的发生条件,进行种质资源的抗病性鉴定,从而迅速对试验材料的抗性进行科学的评价,从而达到防病增产的目的。块茎决定马铃薯品种产量高低和品质优劣,仅调查马铃薯地上部茎叶的发病情况作为评价马铃薯品种抗黄萎病的唯一标准,具有一定的局限性。所以将二者有机结合所得到的结果更准确。受环境条件、不同区域病原菌致病力等复杂因素的影响,不论人工病圃还是自然病圃的田间抗性鉴定均普遍存在抗性鉴定不准确和不稳定的现象,致使马铃薯品种间抗病强弱存在差异,所以马铃薯幼苗室内接种病原菌可作为马铃薯品种抗黄萎病田间鉴定的参考和补充,是快速判断马铃薯品种抗黄萎病水平的一种简单方法。此外,在今后的研究中应进一步增加马铃薯品种(品系)在不同地区、多年的抗性评价,从而为抗病育种及马铃薯生产提供抗病品种及亲本材料。

参 考 文 献 (References)

- Busch LV, Smith EA. 1982. Reaction of a number of cultivated plants and weed species to an alfalfa isolate of *Verticillium albo-atrum*. Canadian Journal of Plant Pathology, 4(3): 266–268
- Chen AC, Wei ZQ, Ma YQ, Deng CG. 2013. Isolation and identification of the pathogens causing potato *Verticillium* wilt in Gansu. Acta Phytopathologica Sinica, 43(4): 418–420 (in Chinese) [陈爱昌, 魏周全, 马永强, 邓成贵. 2013. 甘肃省马铃薯黄萎病病原分离与鉴定. 植物病理学报, 43(4): 418–420]
- Chen LZ. 2006. Identification result of eggplant germplasm resources resistance to yellow dwarf. Gansu Agricultural Science and Technology, (1): 21–23 (in Chinese) [陈灵芝. 2006. 茄子种质资源抗黄萎病鉴定结果. 甘肃农业科技, (1): 21–23]
- Erdogan O, Sezener Y, Ozbek N, Bozbek T, Yavas I, Unay A. 2006. The effects of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) on cotton yield and fiber quality. Asian Journal of Plant Sciences, 5 (5): 867–870
- Fang ZD. 1998. Plant disease research (3rd edition). Beijing: China Agriculture Press, pp. 46–50, 37–155 (in Chinese) [方中达. 1998. 植物病研究法(第3版). 北京: 中国农业出版社, pp. 46–50, 37–155]

- González J, Mancuso N, Ludueña P, Ivancovich A. 2007. *Verticillium* wilt of sunflower germplasm. *Helia*, 30(47): 121–126
- Hou LZ, Ban YC, Tian YY, Wang Q. 2013. Analysis of potato harvesting machinery application in Inner Mongolia. *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology*, (4): 12–13 (in Chinese) [侯兰在, 班义成, 田友谊, 王强. 2013. 内蒙古马铃薯收获机械应用现状分析. *内蒙古农业科技*, (4): 12–13]
- Jarl CI, Rietveld EM, de Haas JM. 1999. Transfer of fungal tolerance through interspecific somatic hybridization between *Solanum melongena* and *S. torvum*. *Plant Cell Reports*, 18(9): 791–796
- Karademir E, Karademir C, Ekinici R, Baran B, Sağır A. 2010. Assessment of tolerance level of some cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties against *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) disease. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1): 196–202
- Kheiri A, Fatahi M. 2010. Evaluation of *Verticillium* wilt tolerance in different cotton cultivars. *Journal of Research in Agricultural Science*, 6: 55–59
- Li JH, Zhang ZM. 1992. Potato disease and control. Shijiazhuang: Hebei Science and Technology Press, pp. 108–111 (in Chinese) [李济寰, 张志铭. 1992. 马铃薯病害及其防治. 石家庄: 河北省科学技术出版社, pp. 108–111]
- Lin L, Song JH, Zhang AX, Zhou YJ, Gu BK. 2008. Identification of resistance to *Verticillium* wilt in cotton region of Jiangsu Province. *Jiangsu Agricultural Sciences*, (3): 93–95 (in Chinese) [林玲, 宋锦花, 张爱香, 周益军, 顾本康. 2008. 江苏省棉花区域试验品种(系)抗黄萎病性鉴定. *江苏农业科学*, (3): 93–95]
- Liu BK, Li G, Liu HW. 1992. Study on potato strain of potato early death. *Plant Protection*, 18(2): 8–9 (in Chinese) [刘宝康, 李刚, 刘汉文. 1992. 马铃薯早死病种薯带菌研究. *植物保护*, 18(2): 8–9]
- Liu BY, Hu J, Meng ML, Zhang XY, Shi LH. 2011. Molecular identification and biological characters of the pathogen causing black scurf disease in potato. *Journal of Plant Protection*, 38(4): 379–380 (in Chinese) [刘宝玉, 胡俊, 蒙美莲, 张笑宇, 石立航. 2011. 马铃薯黑痣病病原菌分子鉴定及其生物学特性. *植物保护学报*, 38(4): 379–380]
- Peng XW. 2003. The investigation of potato disease of Hebei Province and research on main fungal diseases of potato. Master Thesis. Baoding: Hebei Agricultural University (in Chinese) [彭学文. 2003. 河北省马铃薯病害调查及主要真菌病害研究. 硕士学位论文. 保定: 河北农业大学]
- Peng XW, Zhu JH. 2008. Species and distribution of potato fungal diseases in Hebei Province. *Chinese Potato Journal*, 22(1): 31–33 (in Chinese) [彭学文, 朱杰华. 2008. 河北省马铃薯真菌性病害种类及分布. *中国马铃薯*, 22(1): 31–33]
- Tian SM, Zhang ZM, Li JH, Tan ZJ, Wang WZ, Ding CR. 1995. Kinds and four new records of fungus disease of potato in Hebei Province of China. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 18(3): 59–62 (in Chinese) [田世民, 张志铭, 李济寰, 谭宗九, 王文泽, 丁朝瑞. 1995. 河北省马铃薯真菌性病害种类及4种新记录. *河北农业大学学报*, 18(3): 59–62]
- Wang YJ, Pei X, Gao FZ, Cao X, Zhou HY, Jing L, Zhao J. 2011. Resistance of different sunflower varieties to sunflower yellow wilt. *Plant Protection*, 37(4): 120–123 (in Chinese) [王玉杰, 裴旭, 高凤竹, 曹雄, 周洪友, 景岚, 赵君. 2011. 不同向日葵品种对黄萎病的抗性. *植物保护*, 37(4): 120–123]
- Wei YA. 2005. Current situation and characteristics of potato industry in the world. *World Agriculture*, (3): 29–32 (in Chinese) [魏延安. 2005. 世界马铃薯产业发展现状及特点. *世界农业*, (3): 29–32]
- Xu KS. 2007. Current situation and development countermeasures of potato processing industry in China. *Farm Products Processing*, (9): 55–57 (in Chinese) [徐开生. 2007. 我国马铃薯加工业现状及发展对策. *农产品加工*, (9): 55–57]
- Yi JX, Chen JH, Gao J. 2000. Evaluation of resistance to *Verticillium* wilt of eggplant germplasm resource. *Jiangsu Agriculture Science*, (6): 54–57 (in Chinese) [易金鑫, 陈静华, 高军. 2000. 茄子种质资源抗黄萎病性评估. *江苏农业科学*, (6): 54–57]
- Zhang CL. 2004. The occurrence and control of *Verticillium* wilt. *Plant Doctor*, 17(5): 6 (in Chinese) [张成礼. 2004. 马铃薯黄萎病的发生与防治. *植物医生*, 17(5): 6]
- Zhang TZ, Zhou ZH, Min LF, Guo WZ, Pan JJ, He JL, Zong RS, Tang JZ, Guo XP, Kuai BK, et al. 2000. Inheritance of cotton resistance to *Verticillium dahliae* and strategies to develop resistant or tolerant cultivars. *Acta Agronomica Sinica*, 26(6): 673–680 (in Chinese) [张天真, 周兆华, 闵留芳, 郭旺珍, 潘家驹, 何金龙, 纵瑞收, 汤杰珍, 郭小平, 蒯本科, 等. 2000. 棉花对黄萎病的抗性遗传模式及抗(耐)病品种的选育技术. *作物学报*, 26(6): 673–680]

(责任编辑:张俊芳)