

# 不同轮作模式对马铃薯干物质积累、 病害发生及产量的影响

张海斌<sup>1</sup> 蒙美莲<sup>1</sup> 刘坤雨<sup>1</sup> 章凌翔<sup>1</sup> 陈有君<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 内蒙古农业大学农学院, 010018, 内蒙古呼和浩特; <sup>2</sup> 内蒙古农业大学生命科学学院, 010018, 内蒙古呼和浩特)

**摘要** 在内蒙古阴山北麓地区开展定点试验, 对比分析不同轮作模式对马铃薯干物质积累、病害发生和产量的影响。结果表明, 绿肥春翻→绿肥夏翻→马铃薯轮作模式 (LcLxM) 的马铃薯各器官干物质积累量、全株最大干物质积累速率、全株最大干物质积累量和产量最大, 叶片、茎和块茎干物质积累量较向日葵→向日葵→马铃薯的轮作模式分别增加了 22.57%、24.83% 和 23.42%, 全株最大干物质积累速率增加 28.09%, 全株最大干物质积累量增加 33.07%, 产量增加 15.46%。其次是绿肥春翻→绿肥春翻→马铃薯 (LcLcM) 的轮作模式较好; 马铃薯几种病害病情指数和发病率以向日葵→向日葵→马铃薯的轮作模式最低, 其中早疫病病情指数和植株枯萎病发病率较 LcLxM 轮作模式分别降低了 39.99% 和 76.40%, 块茎黑痣病和疮痂病病情指数较 LcLcM 的轮作模式分别降低了 93.38% 和 87.98%。燕麦→向日葵→马铃薯轮作模式病害发生程度居中, LcLcM 和 LcLxM 两种轮作模式的病害发生程度最高。综合分析各方面性状得出: 在内蒙古阴山北麓的气候和土壤条件下, 马铃薯生产中比较适宜的轮作模式是绿肥春翻→绿肥夏翻→马铃薯, 其次是绿肥春翻→绿肥春翻→马铃薯。

**关键词** 轮作模式; 马铃薯; 干物质积累; 病害发生; 产量

内蒙古属于北方一熟区, 马铃薯是该地区的优势和特色作物, 特别是在内蒙古阴山以北地区的农业中马铃薯更是占有举足轻重的地位, 对当地农民增收和农业增效起到很大的作用。马铃薯生产中普遍存在连茬或不合理轮作现象, 引起土壤有害微生物增多、土壤养分比例失调、土壤盐渍化加重、土壤物理性状恶化、土壤酸化板结等问题, 导致作物出现生育状况变差、产量下降、品质变劣等连作障碍, 并且该现象逐年加重<sup>[1-2]</sup>。

由于作物本身生物学特性及其生产过程中所采取的轮作模式不同, 对土壤产生的影响不同, 进而对后茬作物产生不同的影响, 所以在进行轮作时选择适宜的轮作模式至关重要。合理的轮作模式不仅可以很好地协调不同轮作作物对养分的需求, 还可以使土壤保持较长久的生产潜力<sup>[3]</sup>, 从而促进农作物的生长发育, 提高农作物的产量。孙玉玲<sup>[4]</sup>研究表明, 苜蓿茬口的大豆较其他茬口大豆的株高高出 5.63~33.63cm。王惠珍等<sup>[5]</sup>研究表明, 轮作当归较

连作当归的净光合速率提高了 12.39%~15.78%。杨宁<sup>[6]</sup>对豆科绿肥冬小麦轮作提高小麦产量和营养元素含量的效应与土壤机制进行了研究, 结果表明, 以豆科绿肥为茬口的小麦较连作小麦的产量增加了 10%~15%。金杨秀等<sup>[7]</sup>在研究大蒜轮作与瓜类枯萎病发病关系时发现, 瓜类与大蒜进行轮作并适时休闲可以明显抑制土壤中病原菌菌丝的生长。吴凤芝等<sup>[8]</sup>研究得出不同土培条件下黄瓜幼苗的根系分泌物对黄瓜枯萎病病原菌的助长作用不同, 在轮作土培条件下随着轮作年限的增加, 助长作用有减弱的趋势。合理轮作可减轻农作物病害发生程度, 是一项用地和养地相结合的农业技术措施<sup>[9]</sup>。有关作物茬口对作物生产的影响已有大量报道。于慧颖等<sup>[10]</sup>研究指出, 菜豆→芹菜→黄瓜轮作可以有效减轻黄瓜病害, 显著提高黄瓜产量; 樊虎玲等<sup>[11]</sup>研究表明, 苜蓿→小麦轮作以苜蓿茬后第 2 年种植的小麦品质和氨基酸含量为优, 到苜蓿茬后第 3 年, 茬口优势效应减弱; 程学刚等<sup>[12]</sup>研究指出, 在大豆盛花期, 小麦、玉米、苜蓿茬的大豆平均每天干物质积累量分别是 0.45、0.39、0.40g/株, 而大豆茬的大豆仅有 0.24g/株; 彭云等<sup>[13]</sup>研究表明, 烟株生长期间气温较高的地区烤烟前茬以油菜为宜, 而气候

作者简介: 张海斌, 硕士, 研究方向为马铃薯栽培生理

蒙美莲为通信作者, 教授, 主要从事马铃薯栽培生理与品种改良的研究工作; 陈有君为共同通信作者, 教授, 主要从事土壤水分研究工作

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-09-P10)

收稿日期: 2019-01-15; 修回日期: 2019-06-09

冷凉的地区则以小麦或绿肥为最佳前茬。有关马铃薯适宜前茬作物以及轮作周期中作物合理搭配的研究还鲜见报道。本试验针对阴山北麓无霜期短、风沙大、降雨量少、土壤贫瘠的特殊环境,探究了不同轮作模式对该地区马铃薯干物质积累、产量及病害的影响,以期在生产中选择适宜马铃薯种植的轮作模式提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2018 年 5-9 月于内蒙古呼和浩特市武川县大豆铺村进行,该地区位于内蒙古自治区阴山北麓,海拔 1 555m,属中温带大陆性季风气候,年平均气温 2.6℃,无霜期约 110d,年平均降雨量约 352mm,年蒸发量约 2 068.0mm。土壤属栗钙土,耕层 0-20cm 土壤碱解氮含量为 38.01mg/kg,有效磷含量为 21.49mg/kg,速效钾含量为 117.72mg/kg,有机质含量为 15.55g/kg, pH 为 8.04。

### 1.2 材料与设计

试验设绿肥春翻→绿肥夏翻→马铃薯(LcLxM)、绿肥春翻→绿肥春翻→马铃薯(LcLcM)、向日葵→向日葵→马铃薯(XXM)、燕麦→向日葵→马铃薯(YXM)4个处理。大田试验,试验地面积 0.24hm<sup>2</sup>。供试马铃薯品种为冀张薯 12 号,种植密度 52 500 株/hm<sup>2</sup>,播种时一次性施史丹利复合肥(含 N 16%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%, K<sub>2</sub>O 8%) 750kg/hm<sup>2</sup>,在中耕起垄时结合滴灌追施尿素(含 N 46.4%) 150kg/hm<sup>2</sup>,在块茎膨大期结合滴灌追施硝酸钙镁(含 N 13.6%, MgO 6%, CaO 16%, B 0.1%) 75kg/hm<sup>2</sup>。全生育期灌水和其他管理措施同大田生产。

### 1.3 测定指标及方法

1.3.1 千重 分别于出苗后 15、30、45、60、80d 取样,每次每个处理取有代表性的样点 4 个,每个样点取代表性植株 3 株,洗净晾干,分器官称量鲜重,并分别取茎、叶、块茎各器官鲜样 100g,于 105℃下杀青 30min,然后降至 75℃烘干至恒重,称重。

1.3.2 马铃薯病害调查 于出苗后 60d 调查马铃薯植株早疫病和枯萎病发病情况,于出苗后 80d 第 2 次调查马铃薯植株枯萎病发病情况,每次每个处理取有代表性的样点 4 个,在每个样点上采用对角线 5 点取样法,每点调查 2 株。收获时调查马铃薯块茎枯萎病、疮痂病、黑痣病发病情况,每个处理取

有代表性的样点 4 个,在每个样点上取 10~15kg 的马铃薯块茎;根据分级标准计算病情指数,几种病害分级标准如下:

马铃薯植株早疫病分级标准参照方中达<sup>[14]</sup>的方法,分为 0、1、3、5、7、9 六个等级。病情指数 =  $\Sigma(\text{各级病株数} \times \text{相对级数值}) / (\text{调查总株数} \times 9) \times 100$ 。

马铃薯植株枯萎病病株率的调查参照曲延军等<sup>[15]</sup>的方法。茎秆维管束呈虚线状褐变,即为植株枯萎病;发病率(%) = 维管束褐变的植株总数/调查植株总数 × 100。

马铃薯块茎枯萎病发病率的调查参照曲延军等<sup>[15]</sup>的方法。横切薯块脐部,块茎维管束呈虚线状褐变,即为块茎枯萎病;发病率(%) = 维管束褐变的块茎总数/调查块茎总数 × 100。

马铃薯块茎疮痂病分级标准参照孙静等<sup>[16]</sup>的方法,分为 0、1、2、3、4 五个等级。病情指数 =  $\Sigma(\text{各级调查病薯数} \times \text{相对级数值}) / (\text{调查总块茎数} \times 4) \times 100$ 。

马铃薯块茎黑痣病分级标准参照张建平<sup>[17]</sup>的方法,分 0、1、2、3、4、5、6 七个等级。病情指数 =  $\Sigma(\text{各级调查病薯数} \times \text{相对级数值}) / (\text{调查总块茎数} \times 6) \times 100$ 。

1.3.3 测产 收获时在每个处理中选有代表性的样点 4 个,每个样点取 2 行进行测产,行长 5m,行距 0.6m,分别记录测产株数,大(薯重 ≥ 150g)、中(75g ≤ 薯重 < 150g)、小薯(薯重 < 75g)个数及重量,计算产量、单株结薯数、单个块茎重及商品薯率(薯重 ≥ 150g 为商品薯)。

### 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2007 与 Sigma Plot 13 进行试验数据处理,利用 SPSS 20.0 数据处理系统进行方差分析,运用新复极差比较法进行平均值多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同轮作模式对马铃薯各器官干物质积累量的影响

由表 1 可见,不同轮作模式下马铃薯单株叶、茎、块茎干物质积累量均随着生育期的推进呈现不断增加的趋势。对整个生育期的单株叶片干物质积累量的平均值进行方差分析,结果发现 LcLxM 的单株叶片干物质积累量最大,为 19.06g/株,分别较

表 1 不同轮作模式对马铃薯各器官干物质积累量的影响  
Table 1 Effects of different rotation patterns on dry matter accumulation of potato organs g/株 g/plant

器官 Organ	处理 Treatment	出苗后天数 Days after emergence (d)					平均值 Average
		15	30	45	60	80	
叶片 Leaf	LcLxM	3.45	9.34	20.48	28.24	33.82	19.06a
	LcLcM	2.68	8.71	19.87	25.60	30.22	17.42b
	XXM	2.61	7.42	16.46	22.99	28.34	15.55c
	YXM	2.75	7.12	18.70	24.89	30.06	16.70bc
茎 Stem	LcLxM	1.62	5.49	13.33	20.88	23.54	12.97a
	LcLcM	1.33	5.01	12.57	18.87	21.63	11.88b
	XXM	1.10	4.46	10.40	17.17	18.78	10.39c
	YXM	1.12	4.40	12.02	17.82	21.95	11.46b
块茎 Tuber	LcLxM	0.00	6.50	24.83	70.23	163.73	66.30a
	LcLcM	0.00	5.96	23.16	65.72	153.80	62.16b
	XXM	0.00	5.28	19.66	59.65	130.30	53.72c
	YXM	0.00	5.05	22.03	63.92	151.69	60.68b

注: 同列不同小写字母表示在 5% 水平差异显著, 下同  
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at the 5% level. The same below

LcLcM、YXM 和 XXM 显著增加了 9.41%、14.13%、22.57%; 其次是 LcLcM, 为 17.42g/株, 较 XXM 显著增加了 12.03%。

对整个生育期单株茎干物质积累量的平均值进行方差分析, 结果发现 LcLxM 的单株茎干物质积累量最大, 为 12.97g/株, 分别较 LcLcM、YXM 和 XXM 显著增加了 9.18%、13.18%、24.83%; LcLcM 和 YXM 分别为 11.88 和 11.46g/株, 均显著高于 XXM, 分别较 XXM 增加了 14.34% 和 10.30%。

对整个生育期单株块茎干物质积累量的平均值进行方差分析, 结果表明 LcLxM 的单株块茎干物质积累量最大, 为 66.30g/株, 分别较 LcLcM、YXM 和 XXM 显著增加了 6.66%、9.26%、23.42%; 其次为 LcLcM 和 YXM, 分别为 62.16 和 60.68g/株, 均显著大于 XXM, 分别较 XXM 增加了 15.71% 和 12.96%。

2.2 不同轮作模式下马铃薯全株干物质积累量动态模型

根据表 2 结果, 将出苗后天数作为自变量 (X), 全株干物质积累量作为因变量 (Y), 用 Logistic 曲

线  $Y=K/(1+e^{-a+bX})$  进行回归模拟, 得出回归方程 (表 3)。复相关系数都达到了极显著水平。从回归方程可得出在  $X=-a/b$  时, LcLxM、LcLcM 和 YXM 分别在出苗后 65.8、65.5、65.8d 马铃薯全株干物质积累速率达到最大, 分别为 2.28、2.15、2.11g/(株·d), XXM 在出苗后 63.2d 马铃薯全株干物质积累速率达到最大, 为 1.78g/(株·d); LcLxM、LcLcM、YXM 比 XXM 的马铃薯全株干物质积累速率高峰期推后了约 3d, 马铃薯全株最大干物质积累速率分别较 XXM 高 28.09%、20.79%、18.54%。从回归方程可得出,  $Y=K$  时, 马铃薯全株干物质积累量最大, 表现为  $LcLxM>LcLcM>YXM>XXM$ , 其中 LcLxM、

表 2 不同轮作模式对马铃薯全株干物质积累量的影响  
Table 2 Effects of different rotation patterns on dry matter accumulation of whole plant in potato g/株 g/plant

处理 Treatment	出苗后天数 Days after emergence (d)				
	15	30	45	60	80
LcLxM	5.07	21.33	58.64	119.35	221.09
LcLcM	4.01	19.68	55.60	110.19	205.65
XXM	3.71	17.16	46.52	99.81	177.42
YXM	3.87	16.57	52.75	106.63	203.70

表 3 不同轮作模式下马铃薯全株干物质积累量动态模型  
Table 3 Dynamic model of dry matter accumulation in potato under different rotation patterns

处理 Treatment	回归方程 Regression equation	复相关系数 $R^2$	最大干物质积累速率 [g/(株·d)] The maximum of dry matter accumulation rate [g/(plant·d)]	最大干物质积累速率出现时间 (d) Appears time of the maximum of dry matter accumulation rate
LcLxM	$Y=299.764/(1+e^{4.675-0.071X})$	0.999 5**	2.28	65.8
LcLcM	$Y=281.355/(1+e^{4.650-0.071X})$	0.999 0**	2.15	65.5
XXM	$Y=225.268/(1+e^{4.806-0.076X})$	0.999 8**	1.78	63.2
YXM	$Y=278.261/(1+e^{4.807-0.073X})$	0.998 9**	2.11	65.8

注: “\*\*” 表示在 1% 水平显著相关  
Note: “\*\*” indicates significant correlation at the 1% level

LcLcM 和 YXM 的马铃薯全株最大干物质积累量分别较 XXM 高 33.07%、24.90% 和 23.52%。

2.3 不同轮作模式对马铃薯干物质分配率的影响

由表 4 可见，在整个马铃薯生育期内，随着生长中心的转移，干物质在叶片、茎和块茎的分配率也在发生变化。叶片和茎中干物质分配率呈现逐渐下降的趋势，块茎干物质分配率呈逐渐增加的趋势。出苗后 15d，马铃薯块茎尚未形成，干物质主要分配在茎叶中，其中叶片的分配率为 66.53%~71.01%，茎的分配率为 28.99%~33.47%。之后马铃薯叶片、茎和块茎并进生长，出苗后 30d，叶片分配率为 42.89%~44.06%，茎分配率为 25.50%~26.58%，块茎分配率为 30.44%~30.82%。自此以后，块茎中的干物质分配比例逐渐增大，至出苗后 80d 达到最大，此时叶片分配率为 14.67%~15.96%，茎分配率为 10.50%~10.79%，块茎分配率为 73.46%~74.83%。对整个生育期干物质在叶片、茎和块茎分配率的平均值进行方差分析，结果发现，各处理间叶片、茎和块茎的干物质分配率差异均未达到显著水平。

2.4 不同轮作模式对马铃薯几种病害发生的影响

如表 5 所示，马铃薯植株早疫病病情指数以 XXM 最低，显著低于 LcLxM 和 YXM，分别降低了 39.99% 和 32.62%；在出苗后 60d，各处理马铃薯植

表 4 不同轮作模式对马铃薯各器官干物质分配率的影响  
Table 4 Effects of different rotation patterns on dry matter distribution rate of potato organs %

器官 Organ	处理 Treatment	出苗后天数 (d) Days after emergence					平均值 Average
		15	30	45	60	80	
叶片 Leaf	LcLxM	68.05	43.69	34.87	23.64	15.29	37.11a
	LcLcM	66.53	44.06	35.73	23.26	14.67	36.85a
	XXM	70.18	43.13	35.36	23.05	15.96	37.54a
	YXM	71.01	42.89	35.42	23.35	14.76	37.49a
茎 Stem	LcLxM	31.95	25.74	22.76	17.49	10.66	21.72a
	LcLcM	33.47	25.50	22.61	17.12	10.50	21.84a
	XXM	29.82	26.04	22.39	17.19	10.58	21.21a
	YXM	28.99	26.58	22.80	16.71	10.79	21.17a
块茎 Tuber	LcLxM	0.00	30.57	42.36	58.86	74.05	41.17a
	LcLcM	0.00	30.44	41.65	59.62	74.83	41.31a
	XXM	0.00	30.82	42.25	59.76	73.46	41.26a
	YXM	0.00	30.53	41.78	59.94	74.46	41.34a

株枯萎病发病率均为 0.00%，至出苗后 80d，XXM、YXM 和 LcLcM 的马铃薯植株枯萎病发病率均显著低于 LcLxM；马铃薯块茎黑痣病病情指数在各处理间均存在显著性差异，从低到高表现为 XXM<YXM<LcLxM<LcLcM；马铃薯块茎疮痂病病情指数以 LcLxM 最低，其次是 XXM 和 YXM，这 3 个处理均显著低于 LcLcM；马铃薯块茎枯萎病发病率以 YXM 最低，显著低于 LcLxM、LcLcM 和 XXM，其次以 XXM 和 LcLcM 较低，均显著低于 LcLxM。

表 5 不同轮作模式对马铃薯病害发生的影响  
Table 5 Effects of different rotation patterns on the occurrence of potato diseases

处理 Treatment	植株早疫病病情指数 Plant early blight disease index	植株枯萎病发病率 (%) Plant wilt disease incidence		块茎黑痣病病情指数 Tuber black scurf disease index	块茎疮痂病病情指数 Tuber scab disease index	块茎枯萎病发病率 (%) Tuber wilt disease incidence
		60d	80d			
LcLxM	15.28a	0.00a	13.90a	2.87b	0.16b	20.74a
LcLcM	11.39bc	0.00a	0.00b	5.74a	1.83a	13.82b
XXM	9.17c	0.00a	3.28b	0.38d	0.22b	12.64b
YXM	13.61ab	0.00a	1.60b	1.74c	0.26b	6.03c

2.5 不同轮作模式对马铃薯产量及产量构成因素的影响

如表 6 所示，马铃薯产量在各处理间均存在显著性差异，从高到低表现为 LcLxM>LcLcM>

YXM>XXM，LcLxM 的产量分别较 YXM 和 XXM 增加了 10.54% 和 15.46%，LcLcM 的产量较 XXM 增加了 12.20%；马铃薯商品薯率以 LcLcM 最高，为 78.17%，显著高于 LcLxM、XXM 和 YXM；其次为

表 6 不同轮作模式对马铃薯产量及产量构成因素的影响  
Table 6 Effects of different rotation patterns on potato yield and yield components

处理 Treatment	产量 Yield (kg/hm <sup>2</sup> )	商品薯率 Commercial potato rate (%)	单株结薯数 Tuber number per plant	单个块茎重 Weight per tuber (g)
LcLxM	48 722a	70.77bc	5.79a	178.03a
LcLcM	47 344b	78.17a	5.29a	173.20a
XXM	42 198d	73.56b	5.63a	146.92b
YXM	44 078c	68.49c	5.66a	154.14b

XXM, 为 73.56%, 显著高于 YXM; LcLxM、LcLcM 的单个块茎重显著高于 XXM 21.17%、15.50%, LcLxM、LcLcM 较 YXM 增加了 17.89%、12.37%。各处理间单株结薯数差异不显著。

### 3 讨论

干物质是产量形成的基础, 不同的轮作模式对作物干物质积累量有不同的影响。彭云<sup>[18]</sup>研究表明, 不同前作的烟株生长前期干物质质量差异不大, 而前作为绿肥和休闲的烤烟在后期干物质积累量明显高于前作为小麦和油菜, 产量以前作绿肥和休闲的烤烟最高。本试验研究表明, 不同轮作模式下的马铃薯叶片、茎和块茎干物质积累量基本表现为 LcLxM>LcLcM>YXM>XXM; 马铃薯全株干物质积累最大速率和最大干物质积累量从高到低均表现为 LcLxM>LcLcM>YXM>XXM; 马铃薯全株干物质积累最快速率出现的时间, LcLxM、LcLcM 和 YXM 较 XXM 迟约 3d; 任少勇<sup>[19]</sup>研究表明, 在马铃薯整个生育期内, 随着生长中心的转移, 叶片、茎和块茎的干物质分配率也在变化, 干物质分配率在叶片和茎中逐渐下降, 在块茎中逐渐增加。本试验研究表明, 出苗后 15d, 叶片干物质分配率在 66.53%~71.01%, 茎干物质分配率在 28.99%~33.47%, 出苗后 80d, 叶片干物质分配率降到了 14.67%~15.96%, 茎干物质分配率降到了 10.50%~10.79%, 块茎干物质分配率则达到了 73.46%~74.83%, 各处理间叶片、茎秆和块茎干物质分配率无显著差异。

黄光荣<sup>[20]</sup>研究得出相对于小麦-烤烟和油菜-烤烟轮作, 以大蒜为前茬, 对于防治和减轻烤烟病害效果显著, 对烤烟病害的防治效果高达 93%。本试验研究表明, 不同轮作模式间马铃薯几种病害发生程度存在差异。马铃薯植株早疫病病情指数、块茎黑痣病病情指数、块茎疮痂病病情指数均以 XXM 处理最低。马铃薯块茎枯萎病发病率以 YXM 处理最低。

一般轮作可使作物增产 5%~8%, 适当的轮作方式可增产 10%~15%, 元生朝<sup>[21]</sup>报道增产 20% 左右。确定合理的轮作系统, 对于提高农产品产量及保持土壤可持续生产有着重要的意义。本试验研究表明, 不同轮作模式下的马铃薯产量从高到低表现为 LcLxM>LcLcM>YXM>XXM, 且 LcLxM 的产量分

别较 YXM 和 XXM 显著增加了 10.54% 和 15.46%, LcLcM 的产量较 XXM 显著增加了 12.20%。

### 4 结论

在内蒙古阴山北麓地区, 不同轮作模式下的马铃薯各器官干物质积累量、全株最大干物质积累速率、全株最大干物质积累量和产量均表现为绿肥春翻→绿肥夏翻→马铃薯轮作模式最高, 其次是绿肥春翻→绿肥春翻→马铃薯轮作模式, 再次是燕麦→向日葵→马铃薯轮作模式, 向日葵→向日葵→马铃薯轮作模式最低。不同轮作模式下马铃薯植株及块茎病害发生情况均表现为绿肥春翻→绿肥夏翻→马铃薯、绿肥春翻→绿肥春翻→马铃薯轮作模式发病程度最重, 其次为燕麦→向日葵→马铃薯轮作模式, 向日葵→向日葵→马铃薯轮作模式发病程度最低。

#### 参考文献

- [1]裴国平, 王蒂, 张俊莲, 等. 马铃薯连作障碍产生的原因与防治措施. 广东农业科学, 2010(6): 30-32.
- [2]郑良永, 胡剑非, 林昌华, 等. 作物连作障碍的产生及防治. 热带农业科学, 2005, 25(2): 58-62.
- [3]蔡一霞, 朱庆森, 王志琴, 等. 结实期土壤水分对稻米品质的影响. 作物学报, 2002, 28(5): 601-608.
- [4]孙玉玲. 不同作物茬口与施肥对连作大豆植株高度的影响. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2010.
- [5]王惠珍, 张新慧, 李应东, 等. 轮作与连作当归光合特性和挥发油的比较. 草业学报, 2011, 20(1): 69-74.
- [6]杨宁. 豆科绿肥冬小麦轮作提高小麦产量和营养元素含量的效应与土壤机制. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [7]金杨秀, 谢关林, 孙祥良, 等. 大蒜轮作与瓜类枯萎病发病的关系. 上海交通大学学报, 2003(3): 10-12.
- [8]吴凤芝, 孟立君, 文景芝, 等. 黄瓜根系分泌物对枯萎病菌菌丝生长的影响. 中国蔬菜, 2002(5): 26-29.
- [9]陈宝书. 牧草饲料作物栽培学. 北京: 中国农业出版社, 2001: 162-164.
- [10]于慧颖, 吴凤芝. 不同蔬菜轮作对黄瓜病害及产量的影响. 北方园艺, 2008(5): 97-100.
- [11]樊虎玲, 郝明德, 李志西. 黄土高原旱地小麦-苜蓿轮作对小麦品质和子粒氨基酸含量的影响. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 262-266.
- [12]程学刚, 张玉红. 不同前茬对大豆生长发育及体内常量元素含量的影响. 黑龙江农业科学, 1997(5): 4-8.
- [13]彭云, 赵正雄, 李忠环, 等. 不同前茬对烤烟生长、产量和品质的影响. 作物学报, 2010, 36(2): 335-340.
- [14]方中达. 植物研究方法. 3版. 北京: 农业出版社, 1998.
- [15]曲延军, 蒙美莲, 张笑宇, 等. 马铃薯品种对枯萎病菌的抗性鉴定. 植物保护, 2015, 41(3): 149-153.
- [16]孙静, 金光辉, 刘喜才. 不同药剂及施用方式对马铃薯疮痂病的防效. 中国马铃薯, 2015, 29(2): 107-111.
- [17]张建平, 哈斯, 程玉臣. 几种杀菌剂对马铃薯黑痣病的防效. 中国马铃薯, 2014, 28(1): 53-56.

[18]彭云. 不同前作对烟田土壤养分供应、烟株营养及烟叶产质量的影响. 昆明: 云南农业大学, 2009.

[19]任少勇. 炭基肥对马铃薯干物质积累分配和产量的影响. 中国马铃薯学报, 2013, 27(4): 217–221.

[20]黄光荣. 不同轮作方式对烤烟病虫害及产量品质的影响. 河南农业科学, 2009(5): 40–42.

[21]元生朝. 合理的复种轮作与湖北省稻田耕作制度改革. 作物学报, 1981(3): 211–216.

## Effects of Different Rotation Patterns on Dry Matter Accumulation, Disease Occurrence and Yield of Potato

Zhang Haibin<sup>1</sup>, Meng Meilian<sup>1</sup>, Liu Kunyu<sup>1</sup>,  
Zhang Lingxiang<sup>1</sup>, Chen Youjun<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Agricultural College, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, Inner Mongolia, China;

<sup>2</sup>College of Life Sciences, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, Inner Mongolia, China)

**Abstract** A fixed-point test was carried out in the northern foothills of Yinshan, Inner Mongolia, to compare and analyze the effects of different crop rotation patterns on dry matter accumulation, disease occurrence and yield of potato. The results showed that the dry matter accumulation of the organs, the highest dry matter accumulation rate of the whole plant, the maximum dry matter accumulation amount of the whole plant and the yield were the most in the rotation mode of green manure spring turn→green manure summer turn→potato (LcLxM). The dry matter accumulation of leaves, stems and tubers of LcLxM increased by 22.57%, 24.83% and 23.42%, respectively compared with sunflower→sunflower→potato rotation mode. The highest dry matter accumulation rate of the whole plant increased by 28.09%, the maximum dry matter accumulation of the whole plant increased by 33.07%, and the yield increased by 15.46% followed by the green manure spring turn→green manure spring turn→potato treatment (LcLcM). The disease index and the incidence rate of several diseases of potato were the lowest in sunflower→sunflower→potato rotation mode, and the incidence of early blight disease index and plant blight decreased by 39.99% and 76.40%, respectively compared with LcLxM. The disease index of tuber black smut and scab disease was 93.38% and 87.98% lower than that of LcLcM, respectively. The oat→sunflower→potato rotation pattern was moderately affected. LcLcM and LcLxM had the highest disease occurrence. It was concluded: under the conditions of the climate and soil in northern foot of Yinshan, Inner Mongolia, the most suitable crop rotation mode in potato production is green manure spring turn→green manure summer turn→potato, followed by green manure spring turn→green manure spring turn→potato.

**Key words** Crop rotation pattern; Potato; Dry matter accumulation; Disease occurrence; Yield