

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2024)03-0226-10

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2024.03.006

基于正交设计的马铃薯新品种‘中加7’栽培技术研究

王伟¹, 林团荣¹, 王玉凤¹, 王真¹, 张志成¹, 刘广晶², 李燕²,
范龙秋¹, 焦欣磊¹, 王懿茜¹, 吴昊磊¹, 郑安可¹, 尹玉和^{1*}

(1. 乌兰察布市农林科学研究所, 内蒙古 集宁 012000; 2. 内蒙古中加农业生物科技有限公司, 内蒙古 四子王旗 012000)

摘要: 采用正交试验设计, 利用极差分析和方差分析探讨施氮量(A)、施钾量(B)、种植密度(C)3个因素对马铃薯新品种‘中加7’的产量、商品薯率、块茎干物质含量指标的影响。施氮量、施钾量、种植密度3个因素对‘中加7’产量、商品薯率、块茎干物质含量指标均影响显著($P < 0.05$)。影响‘中加7’产量的最佳组合是 $A_3B_3C_2$, 即施氮量20 kg/667m²、施钾量30 kg/667m²、种植密度4 200株/667m²; 影响‘中加7’商品薯率的最佳组合是 $A_3B_3C_1$, 即施氮量20 kg/667m²、施钾量30 kg/667m²、种植密度3 200株/667m²; 影响块茎干物质含量的最佳组合是 $A_2B_3C_2$, 即施氮量15 kg/667m²、施钾量30 kg/667m²、种植密度4 200株/667m²。通过正交试验优化, 明确了对‘中加7’产量和块茎干物质含量最有利的氮、钾施用量和种植密度组合, 以及提高商品薯率的最适宜条件。

关键词: 马铃薯; 新品种; 中加7; 栽培技术

Research on Cultivation Technology of New Potato Variety 'Zhongjia 7' Based on Orthogonal Design

WANG Wei¹, LIN Tuanrong¹, WANG Yufeng¹, WANG Zhen¹, ZHANG Zhicheng¹, LIU Guangjing², LI Yan²,
FAN Longqiu¹, JIAO Xinlei¹, WANG Yiqian¹, WU Hao lei¹, ZHENG Anke¹, YIN Yuhe^{1*}

(1. Ulanqab Institute of Agricultural and Forestry Sciences, Jining, Inner Mongolia 012000, China;

2. Inner Mongolia Zhongjia Agricultural Biotechnology Co., Ltd., Siziwang, Inner Mongolia 012000, China)

Abstract: The effects of nitrogen application rate (A), potassium application rate (B) and planting density (C) on tuber yield, marketable tuber rate and tuber dry matter content of the new potato variety 'Zhongjia 7' were studied in an orthogonal experimental design by using range analysis and analysis of variance. Nitrogen application rate, potassium application rate and planting density had significant effects on yield, marketable tuber percentage and dry matter content ($P < 0.05$) of 'Zhongjia 7'. The best combination for the yield of 'Zhongjia 7' was $A_3B_3C_2$, i.e. the combination of nitrogen application rate of 20 kg/667m², potassium application rate of 30 kg/667m² and planting density of 4 200 plants/667m².

收稿日期: 2024-03-28

基金项目: 内蒙古自治区科技计划项目(2021GG0357); 内蒙古自治区科技攻关计划(2022JBGS0037); 乌兰察布市科技计划项目(2022ZDYF007)。

作者简介: 王伟(1990-), 男, 硕士, 高级农艺师, 主要从事马铃薯栽培技术研究。

*通信作者(Corresponding author): 尹玉和, 研究员, 主要从事马铃薯栽培技术研究, E-mail: wlcbssyh@163.com。

$A_3B_3C_1$ was the best combination for marketable tuber percentage, i.e. nitrogen application rate of 20 kg/667m², potassium application rate of 30 kg/667m² and planting density of 3 200 plants/667m². The best combinations for tuber dry matter content were $A_2B_3C_2$, i.e. the combination of nitrogen application rate of 15 kg/667m², potassium application rate of 30 kg/667m² and planting density of 4 200 plants/667m². Based on orthogonal experiment optimization, the optimal combination of nitrogen and potassium application rates and planting density for the yield and tuber dry matter content and the optimum conditions for increasing the yield of marketable tuber were determined for 'Zhongjia 7'.

Key Words: potato; new variety; Zhongjia 7; agronomy

马铃薯作为一种全球性的重要食物资源,在保障粮食安全、促进经济发展等方面发挥着重要作用。近年来,马铃薯产业发展呈现出令人瞩目的趋势,其组织化程度高,产业链条完整,重要性日益凸显。特别是新品种登记数量不断增加,展示了马铃薯产业的活力与潜力,也为马铃薯产业发展提供了强大品种支持。据统计,2020年以来新选育的品种达179个,占新选育登记品种总数的83.6%;在品种类型方面,鲜食类型品种占据多数,占比达64.1%^[1]。但目前市场上的新品种因存在品种适应性及抗逆性不强、推广体系不够完善、信息传播不畅、农户对新品种的认识不足等因素,普遍存在种植面积小、市场占有率低等问题,导致“拳头品种”较少,品种结构优化速度缓慢^[2]。

2023年,内蒙古自治区生产上应用的品种有42个,主要栽培品种有‘希森6号’(约2.80万hm²)、‘沃土5号’(约2.07万hm²)、‘冀张薯12号’(约1.67万hm²)、‘V7’(约1.27万hm²)、‘中加7’(约0.73万hm²)、‘麦肯1号’(约0.33万hm²)。从生产上应用品种的创制主体看,内蒙古自治区自主创新的品种在本土市场占有率低,其中‘沃土5号’‘中加7’‘麦肯1号’种植面积快速增长,‘费乌瑞它’‘V7’‘夏波帝’种植面积下降^[3,4]。为推动内蒙古自治区由马铃薯产业大区向产业强区迈进,内蒙古自治区出台了《内蒙古自治区人民政府办公厅关于促进马铃薯产业高质量发展的实施意见》,重点提出要加快选育推广适应内蒙古自治区生产条件和市场需求的具有自主知识产权的优质新品种。由内蒙古自治区中加农业生物科技有限公司自主选育的鲜食型马铃薯新品种‘中加7’,据近

年来区域试验、生产试验结果显示,该品种具有产量高、商品薯率高、薯形好、品质佳等特点^[5,6],深受农户和消费者青睐。作为内蒙古自治区马铃薯主推品种,‘中加7’迫切需要配套适宜的栽培技术。为充分发挥‘中加7’的生产潜力,提高产量和质量,降低生产成本,促进可持续发展,本研究通过开展施氮量、施钾量和种植密度对比试验^[7],分析比较产量、商品薯率、块茎干物质含量等指标,获得‘中加7’配套高产栽培技术,为科学种植该品种提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在内蒙古自治区乌兰察布市察右前旗平地泉镇乌兰察布市农林科学研究所试验基地进行,海拔1 345 m, N 40°55', E 113°7', 年无霜期为120 d左右,年均降水量为360.8 mm,年平均气温5℃。试验地土壤为栗钙土,土壤肥力中等(表1),前茬作物为燕麦。

1.2 试验材料

供试品种‘中加7’由内蒙古中加农业生物科技有限公司提供,种薯级别为原种。种薯切块后采取22%氟唑菌苯胺湿拌+滑石粉干拌的方法处理。基肥为尿素(含纯N 46%)、过磷酸钙(含P₂O₅ 12%)、硫酸钾(含K₂O 50%)。滴灌带采用1.38 L/h流量规格。

1.3 试验设计

试验采用L₉(3⁴)正交试验设计^[8],试验因素及水平见表2, A因素表示施氮量, B因素代表施钾量, C因素代表密度, D因素为空列,各因素均设置3个水平。试验采用随机区组排列,3次重复,小

区面积为 27 m²(共 6 行, 每行长 5 m, 垄宽 0.9 m), 高垄种植, 株距为 20 cm。过磷酸钙以基肥一次性施入, 用量为 100 kg/667m²。尿素基肥用量占总用量的 40%, 追肥用量占 60%。硫酸钾基肥用量占总用量的 1/3, 追肥用量占 2/3。底肥在播种之前由人工按照不同处理用量进行撒施, 中耕后铺设滴灌带, 追肥采用水肥一体化技术, 每个小区单

独设立施肥罐, 各处理间其他田间管理一致。2022 年 5 月 10 日播种, 9 月 26 日测产收获。

1.4 指标测定及分析方法

小区全部测产。块茎分商品薯(> 150 g)和小薯(≤ 150 g), 分别称重, 计算商品薯率。商品薯率 = 商品薯重量/(商品薯重量 + 小薯重量) × 100%。

表 1 供试土壤基本理化性状

Table 1 Basic physical and chemical properties of soil tested

pH	全磷(g/kg) Total P	全钾(g/kg) Total K	碱解氮(mg/kg) Available N	速效磷(mg/kg) Available P	速效钾(mg/kg) Available K	有机碳(g/kg) Organic carbon	有机质(g/kg) Organic matter
8.24	1.34	10.80	71.40	46.09	171.60	19.95	34.40

表 2 正交试验 L₉(3⁴) 因素水平

Table 2 Factors and levels in orthogonal design of L₉(3⁴)

水平 Level	因素 Factors			
	(A)施氮量 N(kg/667m ²) Nitrogen application N	(B)施钾量 K ₂ O(kg/667m ²) Potassium application K ₂ O	(C)密度(株/667m ²) Density (plant/667m ²)	(D)空列 Empty column
1	10	10	3 200	
2	15	20	4 200	
3	20	30	5 200	

用水比重法测定块茎干物质含量^[9], 收获后 1 周内按大、中、小块茎比例, 从每次重复中取混合样品 5 kg, 分别称出空气中块茎质量 m_1 和水中块茎质量 m_2 , 按公式计算: 比重 = $m_1/(m_1 - m_2)$, 根据比重查 Mepke 干物质含量表。

综合分析采用极差分析法, 极差(R) = 最大值(Max) - 最小值(Min)。 k_m 代表对应列因素 m 水平下试验指标和的平均值。由平均值 k_m 的大小判断该因素的优水平, 各因素的优水平组合在一起, 即为本试验的最优组合。 R 代表对应列因素的水平变动时, 试验指标的变动幅度。 R 越大, 说明该因素对试验指标的影响越大, 因此也就越重要。依据极差 R 的大小, 判断因素主次^[10]。

1.5 数据处理

产量数据采用 DPS V9.01 软件进行极差分析与方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对‘中加 7’产量的影响

不同处理对‘中加 7’产量的影响表明, 处理 1、处理 9 分别与处理 2~8 间呈显著差异, 处理 2~8 间产量差异不显著(表 3), 其中处理 1 产量最低(2 882 kg/667m²), 处理 9 产量最高(4 397 kg/667m²)。说明‘中加 7’在“低氮、低钾、低密度”条件下产量较差, 在“高氮、高钾、中密度”条件下产量最高。

计算各因素下产量指标的极差值可得出各因素对产量指标影响的主次关系。由表 4 可知, A 因素(施氮量)和 B 因素(施钾量)对产量的影响均显示为 $k_1 < k_2 < k_3$, 说明施氮量因素在第三水平下(20 kg/667m²)对产量影响最大, 施钾量因素在第三水平下(30 kg/667m²)对产量影响最大。

C因素(密度)对产量的影响显示为 $k_1 < k_3 < k_2$ ，说明密度因素的最优水平为第二水平(4 200株/667m²)。3个因素影响‘中加7’产量的主次关系是：施钾量 $R_B(27.22)$ >密度 $R_C(17.67)$ >施氮量 $R_A(16.44)$ ，说明施钾量对‘中加7’产量的影响最大，密度因素次之，施氮量因素影响最小。通过分析得知 $A_3B_3C_2$ 处理为‘中加7’产量指标下的最优组合。

表3 正交试验产量结果
Table 3 Yield results in orthogonal experiment

处理号 Treatment number	列号 Column number			小区产量(kg/27 m ²) Yield per plot			小区平均产量 (kg/27 m ²)	折合产量 (kg/667m ²)
	(A) 施氮量 Nitrogen application	(B)施钾量 Potassium pplication	(C)密度(株/667m ²) Density (Plant/667m ²)	I	II	III	Average yield per plot	Equivalent yield
1	1	1	1	106	118	126	116.67	2 882c
2	1	2	2	150	153	163	155.33	3 837b
3	1	3	3	149	166	153	156.00	3 854b
4	2	1	2	148	153	146	149.00	3 681b
5	2	2	3	165	151	154	156.67	3 870b
6	2	3	1	152	162	169	161.00	3 977b
7	3	1	3	147	156	140	147.67	3 648b
8	3	2	1	157	144	154	151.67	3 747b
9	3	3	2	175	172	187	178.00	4 397a

注：不同小写字母代表0.05水平差异显著，采用新复极差法测定。下同。
Note: Different lowercase letters represent significance at 0.05 level as tested using Duncan's multiple range test method. The same below.

表4 产量极差分析
Table 4 Analysis of range for yield

处理号 Treatment number	列号 Column number		
	(A)施氮量 Nitrogen application	(B)施钾量 Potassium application	(C)密度 Density
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2
k_1	142.67	137.78	143.11
k_2	155.56	154.56	160.78
k_3	159.11	165.00	153.44
R	16.44	27.22	17.67
因素影响程度 Factor influence degree	$B > C > A$		
最优水平 Excellent level	A_3	B_3	C_2
最优组合 Optimal combination	$A_3B_3C_2$		

极差分析简单易行,可直观看出各因素不同水平对试验的影响程度,进而分析出最优组合,但不能将试验过程中因素水平改变导致的数据波动与试验误差所引起的数据波动区分开,也无法精准计算因素影响的重要程度(显著性)。为弥补

直观分析的不足,进一步开展方差分析。3个因素对‘中加7’产量的影响均达显著水平(表5),其中因素B(施钾量)的平方和最高,因素C(密度)次之,因素A(施氮量)最低,与上述极差分析结果一致。

表5 产量方差分析
Table 5 Analysis of variance for yield

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F值 F value	P值 P value
(A)施氮量 Nitrogen application	1 347.56	2	673.78	11.59	0.000 5
(B)施钾量 Potassium application	3 394.89	2	1 697.44	29.21	0.000 1
(C)密度 Density	1 418.00	2	709.00	12.20	0.000 3
误差 Error	1 162.22	20	58.11		

2.2 不同处理对‘中加7’商品薯率的影响

不同处理对‘中加7’块茎商品薯率影响表明,处理6、处理8、处理9与其他6个处理在商品薯率指标上呈显著性差异(表6),其中处理3

(A₁B₃C₃)商品薯率最低(79.10%),处理8(A₃B₂C₁)商品薯率最高(92.00%),处理6(A₂B₃C₁)、处理9(A₃B₃C₂)商品薯率均达到89%以上,说明在“低氮或高密度”条件下不利于商品薯率的提高。

表6 正交试验商品薯率结果
Table 6 Marketable tuber percentage results in orthogonal experiment

处理号 Treatment number	列号 Column number			商品薯率(%) Marketable tuber percentage			平均商品薯率(%) Average marketable tuber percentage
	(A)施氮量 Nitrogen application	(B)施钾量 Potassium application	(C)密度 Density	I	II	III	
1	1	1	1	76.20	79.60	84.50	80.10b
2	1	2	2	80.20	83.40	83.90	82.50b
3	1	3	3	77.30	78.50	81.50	79.10b
4	2	1	2	81.70	84.40	79.30	81.80b
5	2	2	3	83.10	80.70	84.60	82.80b
6	2	3	1	86.50	88.70	92.40	89.20a
7	3	1	3	81.30	83.40	81.20	81.97b
8	3	2	1	92.80	88.40	94.80	92.00a
9	3	3	2	91.70	88.80	86.90	89.13a

通过对‘中加7’商品薯率数据作极差分析可知(表7),A因素和B因素对商品薯率的影响均为 $k_1 < k_2 < k_3$,说明施氮量在第三水平下(20 kg/667m²)对商品薯率影响最大,施钾量在第三水平下(30 kg/667m²)对商品薯率影响最大。密度对商品薯率的影响为 $k_1 > k_2 > k_3$,说明密度的最优水平

为第一水平(3 200株/667m²)。3个因素影响‘中加7’块茎商品薯率的高低顺序是:施氮量 $R_A(7.13) >$ 密度 $R_C(5.81) >$ 施钾量 $R_B(4.52)$,说明施氮量对‘中加7’商品薯率的影响最大,密度次之,施钾量影响最小。通过分析得知A₃B₃C₁处理为‘中加7’商品薯率指标下的最优组合。

表7 商品薯率极差分析

Table 7 Analysis of range for marketable tuber percentage

处理号 Treatment number	列号 Column number		
	(A)施氮量 Nitrogen application	(B)施钾量 Potassium application	(C)密度 Density
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2
k ₁	80.57	81.29	87.10
k ₂	84.60	85.77	84.48
k ₃	87.70	85.81	81.29
R	7.13	4.52	5.81
因素影响程度 Factor influence degree	A > C > B		
最优水平 Excellent level	A ₃	B ₃	C ₁
最优组合 Optimal combination	A ₃ B ₃ C ₁		

施氮量、施钾量、密度3个因素对‘中加7’商品薯率均有显著影响(表8)，其中施氮量因素平方和最大，密度平方和次之，施钾量平方和最小，这与极差分析所得结果一致。

表8 商品薯率方差分析

Table 8 Analysis of variance for marketable tuber percentage

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F值 F value	P值 P value
(A)施氮量 Nitrogen application	230.286 7	2	115.143 3	17.945	0.000 1
(B)施钾量 Potassium application	121.508 9	2	60.754 4	9.468 6	0.001 3
(C)密度 Density	152.442 2	2	76.221 1	11.879	0.000 4
误差 Error	128.328 9	20	6.416 4		

2.3 不同处理对‘中加7’块茎干物质含量的影响

不同处理对‘中加7’块茎干物质含量的影响表明，‘中加7’块茎干物质含量随着施氮量、施钾量、密度3个因素不同水平的组合变化，数值变化在16.73%~21.30%(表9)，其中处理6(A₂B₃C₁)干物质含量最高(21.30%)，处理2(A₁B₂C₂)次之(19.80%)，处理1(A₁B₁C₁)、处理7(A₃B₁C₃)块茎干物质含量均低于17.00%。除处理2

外，处理6与其他处理之间在块茎干物质含量指标上有显著差异。说明在“低钾”条件下，块茎干物质含量较低。

通过对9个处理的干物质含量数据进行极差分析可以看出(表10)，3个因素影响‘中加7’块茎干物质含量的主次关系是： $R_B(1.87) > R_C(1.57) > R_A(1.27)$ ，即施钾量因素对‘中加7’块茎干物质含量影响最大，密度因素次之，施氮量因素影响最

小。针对B因素(施钾量), k_3 值最大, 说明施钾量因素在第三个水平条件下(30 kg/667m²)块茎干物质含量最高; C因素(密度) k_2 值最大, 说明密度因素在第二水平下(4 200株/667m²)块茎干物质

含量最高; A因素(施氮量) k_2 值最大, 说明施氮量因素在第二水平下(15 kg/667m²)块茎干物质含量最高。通过分析得知A₂B₃C₂处理为‘中加7’块茎干物质含量指标下的最优组合。

表9 正交试验块茎干物质含量结果
Table 9 Tuber dry matter in orthogonal experiment

处理号 Treatment number	列号 Column number			块茎干物质含量(%) Tuber dry matter			平均干物质含量(%) Average tuber dry matter
	(A)施氮量 Nitrogen application	(B)施钾量 Potassium application	(C)密度 Density	I	II	III	
1	1	1	1	16.70	16.30	17.20	16.73c
2	1	2	2	18.70	21.10	19.60	19.80ab
3	1	3	3	17.10	18.70	16.80	17.53bc
4	2	1	2	19.70	18.40	17.40	18.50bc
5	2	2	3	17.40	18.10	18.70	18.07bc
6	2	3	1	20.00	21.50	22.40	21.30a
7	3	1	3	16.20	17.50	16.60	16.77c
8	3	2	1	18.40	18.70	19.00	18.70bc
9	3	3	2	18.40	19.30	18.60	18.77bc

表10 块茎干物质含量极差分析
Table 10 Analysis of range for tuber dry matter

处理号 Treatment number	列号 Column number		
	(A)施氮量 Nitrogen application	(B)施钾量 Potassium application	(C)密度 Density
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2
k_1	18.02	17.33	18.91
k_2	19.29	18.86	19.02
k_3	18.08	19.20	17.46
R	1.27	1.87	1.57
因素影响程度 Factor influence degree	B > C > A		
最优水平 Excellent level	A ₂	B ₃	C ₂
最优组合 Optimal combination	A ₂ B ₃ C ₂		

施氮量、施钾量、密度3个因素对‘中加7’块茎干物质含量的影响均达到显著水平(表11)。其中施钾量因素平方和最大, 密度平方和次之, 施氮量平方和最小, 这与极差分析所得结果一致。

表 11 块茎干物质含量方差分析
Table 11 Analysis of variance for tuber dry matter

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F值 F value	P值 P value
(A)施氮量 Nitrogen application	9.22	2	4.61	3.96	0.035 5
(B)施钾量 Potassium application	17.76	2	8.88	7.63	0.003 5
(C)密度 Density	13.76	2	6.88	5.91	0.009 6
误差 Error	23.28	20	1.16		

2.4 各指标正交试验综合分析

马铃薯新品种‘中加7’高产栽培技术研究从产量、商品薯率、块茎干物质含量3个指标的运算中, 得出不同指标下不同的最优试验组合及影响因素的侧重程度(表12)。

影响‘中加7’产量指标最优组合为A₃B₃C₂, 影响商品率指标最优组合为A₃B₃C₁, 影响块茎干物质含量指标最优组合为A₂B₃C₂。各指标的最优水平: 因素A(施氮量)在产量、商品薯率指标下第三水平(20 kg/667m²)为最佳水平, 在块茎干物质

指标下第二水平(15 kg/667m²)为最佳水平; 因素B(施钾量)在产量、商品薯率、块茎干物质含量指标下, 最佳水平均为第三水平(30 kg/667m²); 因素C(密度)在产量、块茎干物质含量指标下第二水平(4 200 株/667m²)为最佳水平, 在商品薯率指标下第一水平(3 200 株/667m²)为最佳水平。在产量、块茎干物质含量指标下, 施钾量因素影响程度最强, 密度因素次之, 施氮量因素最弱; 在商品薯率指标下, 施氮量因素影响程度最强, 密度因素次之, 施钾量因素最弱。

表 12 各指标最优组合及极差分析结果
Table 12 Analysis results of optimal combination and range for various indicators

测定指标 Measurement indicator	最优组合 Optimal combination	极差 Range
产量 Yield	A ₃ B ₃ C ₂	R _B > R _C > R _A
商品薯率 Marketable tuber percentage	A ₃ B ₃ C ₁	R _A > R _C > R _B
块茎干物质含量 Tuber dry matter	A ₂ B ₃ C ₂	R _B > R _C > R _A

3 讨 论

马铃薯产量与品质不仅受其本身遗传特性和生理特性的直接影响, 还受种植地区气候、土壤以及栽培条件制约。在栽培条件中, 氮肥、钾肥的施用量及马铃薯种植密度均为关键因素。氮肥

可促进植株生长发育, 增加叶片面积, 提高光合效率; 钾肥可增强植株抗病能力、调节水分代谢; 合理的种植密度有助于提高光的利用率和群体的光合效能, 提升其产量与品质^[11]。

马铃薯生长发育过程中, 增施氮肥有利于地上部的生长发育, 为块茎的形成和膨大提供基

础^[12]。本试验结果表明, ‘中加7’随施氮量的增加, 产量和商品薯率也随之增加, 这与孙磊等^[13]研究结果一致, 但未出现当施氮量达到一定程度后产量、商品薯率下降的现象^[14]。通过分析试验地块基础地力数据, 排除土壤肥力贫瘠原因, 表明‘中加7’对氮素非常敏感, 在20 kg/667m²施氮基础上, 随着施氮量增加, 其产量、商品薯率和氮肥的贡献率均存在增加趋势, 但因产地气候、土壤理化性质不同, 有待进一步试验验证。随施氮量增加, 块茎干物质含量先增后降, 与卢建武^[15]研究结果一致, 施氮量过剩, 会导致马铃薯块茎干物质和淀粉含量下降, 易受病菌侵害, 且不易贮存。

马铃薯对钾素需求量较大, 每生产1 000 kg块茎需消耗钾肥9.2 kg, 钾素参与马铃薯植株体内各种代谢过程, 适当增施钾肥可显著提高产量^[16]。本试验结果表明, 随施钾量增加, ‘中加7’的产量、商品薯率、块茎干物质含量随之增加, 这与郭志平^[17]研究结果一致, 追施钾肥可显著增加马铃薯的产量、商品薯率及淀粉含量, 增强生育后期叶片中叶绿素含量与光合强度, 有效延缓生育后期叶片老化, 说明‘中加7’对钾素需求较大, 在30 kg/667m²施钾量基础上, 仍有提升空间。但Westermann和Tindall^[18]研究表明, 施钾量过多会提高马铃薯块茎含水量, 导致干物质含量变少, 加工品质变差。‘中加7’对钾肥的利用阈值有待进一步试验发现。

种植密度是影响马铃薯群体结构合理构建及优化的重要因素, 显著影响马铃薯产量与品质^[19]。种植密度过高, 叶片间相互遮挡影响光合作用充分进行, 进而引起产量减少、商品薯率降低以及品质下降, 减少马铃薯经济收益。本试验结果表明, ‘中加7’在4 200株/667m²密度条件下, 产量、块茎干物质含量最高, 密度过大或者过小均会降低产量、块茎干物质含量。但随着种植密度的继续增大, 商品薯率出现下降趋势, 这与吴利晓^[20]研究结果一致。

综上, 在本试验条件下, 马铃薯新品种‘中加7’在不同氮肥、钾肥、密度条件组合下, 可显著

影响产量、商品薯率和块茎干物质含量。‘中加7’对氮素敏感, 对钾素需求量大, 种植密度不宜太大, “高氮、高钾、中等密度”条件下产量高、商品薯率高, 推荐施氮量为20 kg/667m²、施钾量为30 kg/667m²、种植密度为4 200株/667m²的组合; “中氮、高钾、中等密度”条件下有利于块茎干物质含量积累, 如果该品种准备留作种薯或贮存, 推荐施氮量为15 kg/667m²、施钾量为30 kg/667m²、种植密度为4 200株/667m²的组合。

[参 考 文 献]

- [1] 史梦雅, 徐建飞. 我国马铃薯品种创新现状及发展建议[J]. 中国蔬菜, 2023(8): 1-5.
- [2] 薄沁箴, 余进隆, 高明杰, 等. “十四五”期间中国马铃薯种业发展战略思考[J]. 农业展望, 2021, 17(10): 54-59.
- [3] 林团荣, 尹玉和, 王伟, 等. 2023年内蒙古自治区马铃薯产业发展现状、存在问题及发展建议[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会. 马铃薯产业与大食物观. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2024.
- [4] 王亚鑫, 李文岗, 张岩, 等. 内蒙古自治区马铃薯种业发展现状——品种创新[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会. 马铃薯产业与大食物观. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2024.
- [5] 李燕, 刘广品, 吕文霞, 等. 马铃薯新品种‘中加7’的选育[J]. 中国马铃薯, 2023, 37(4): 380-384.
- [6] 尹玉和, 林团荣, 刘广品, 等. “中加系列”马铃薯新品种选育与推广[Z]. 乌兰察布, 乌兰察布市农林科学研究所, 内蒙古中加农业生物科技有限公司. 2023-10-26.
- [7] 范士杰, 何庆才, 雷尊国, 等. 马铃薯新品种白花大西洋优质高效栽培技术研究[J]. 贵州农业科学, 2003(3): 48-49.
- [8] 刘瑞江, 张业旺, 闻崇炜, 等. 正交试验设计和分析方法研究[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(9): 52-55.
- [9] 田丰, 李渝珍, 马占兰. 马铃薯淀粉含量测定方法的比较研究[J]. 青海农林科技, 1997(1): 52-54.
- [10] 韩承伟, 林栋. 极差分析与方差分析的比较和应用[J]. 内蒙古农业科技, 1979(5): 39-48.
- [11] 何天久, 李其义, 吴巧玉, 等. 氮磷钾对马铃薯产量和品质影响的研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2014(9): 140-144.
- [12] 马福荣. 高寒地区施肥对马铃薯生理、块茎产量及品质性状

- 的影响研究 [D]. 西宁: 青海大学, 2011.
- [13] 孙磊, 王弘, 李明月, 等. 马铃薯生产的氮肥管理策略 [C]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与农村区域发展. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2013: 314-318.
- [14] 范向斌, 白小东, 杜培兵, 等. 氮肥施用量对马铃薯养分吸收、产量和品质的影响 [J]. 耕作与栽培, 2020, 40(5): 9-13.
- [15] 卢建武. 马铃薯新大坪的干物质和养分积累与分配规律研究 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2012.
- [16] 宿飞飞. 生态区域对马铃薯淀粉含量及其品质性状的影响 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2006.
- [17] 郭志平. 马铃薯不同生育期追施钾肥增产效果的研究 [J]. 中国土壤与肥料, 2002(3): 15-17.
- [18] Westermann D T, Tindall T A. Potassium diagnostic criteria for potato plants [J]. Better Crop, 2000, 84(3): 6-8.
- [19] 郭志敏, 孙周平, 刘义玲. 根际通气性对大田马铃薯产量和品质的影响 [J]. 作物杂志, 2008(3): 59-61.
- [20] 吴利晓. 不同栽培方式和种植密度对马铃薯产量及品质的影响 [D]. 银川: 宁夏大学, 2016.