

马铃薯种薯在高温下萌芽的生物学效应

刘奎彬

刘梦芸 门福义

(天津市蔬菜研究所 300381)

(内蒙古农牧学院农学系 010018)

摘 要

本试验以晋薯2号品种的带毒及无毒种薯为材料,在萌芽期间进行高温(25~28℃)贮藏处理,以低温(4~7℃)处理作为对照,研究种薯在高温条件下萌芽对后代植株生长、生理及产量的影响,探讨种薯生理年龄的衡量指标以及萌芽高温和病毒在马铃薯退化中的作用。

1 引 言

病毒病在马铃薯退化中起着主导作用,但是由于生理衰退而引起的退化也是不可忽视的。种薯的田间栽培条件和贮藏条件不适宜均能引起后代发生严重减产。据报道,在贮藏期内温度对块茎的种用质量,如发芽率、发芽势、绿色体生长量和产量都有很重要的影响。本试验试图通过研究种薯在萌芽期间的高温对后代植株生长及生理代谢的影响,探讨萌芽高温和病毒与马铃薯退化的关系,为搞好贮藏、提高种薯质量提供理论依据。

2 材料与方 法

2.1 供试材料

本试验以晋薯2号品种块茎为材料,收获后贮于窖内,窖温为5~7℃。块茎经病毒鉴定后分为无毒(A)和带毒(B)两组,本文中所指的带毒块茎(B)至少带有马铃薯X病毒(XV),马铃薯Y病毒(YV)和马铃薯卷

叶病毒(PLRV)三种病毒之一,无毒块茎系指不带有以上三种病毒的块茎。

2.2 试验处理

在块茎解除休眠之际(顶芽长为2mm),将块茎从窖内取出,从顶端纵切两半;对应编号,室温下(15~20℃)放置1周使伤口愈合,然后将A、B两组的每一块茎的两半分别放入冰箱(4~7℃,简称AL、BL)和温箱(25~28℃,简称AH、BH)内,进行温度处理1个月,相对温度保持在80%~90%,带毒块茎与无毒块茎隔离放置。到期后,同时取出,放在室温下散光催芽,10天后播种于大田,播种时将来自同一块茎的高、低温处理的两块切种薯分行对应种植,不同生育时期对应取样10株,进行各项测定。

2.3 测定方法

根系活力—TTC 比色法;

病毒含量—酶联免疫吸附法(内蒙古大学生物系植物病毒室协助测定);

光合强度—改良半叶法;

可溶性蛋白含量—紫外分光光度法;

RNA 含量—苔黑酚比色法。

3 结果与分析

3.1 种薯的萌芽温度对芽条发育及幼苗长势的影响

3.1.1 对芽条发育的影响

不同萌芽温度对芽条发育的影响见表 1。

根据表 1 结果, 种薯在不同温度下萌

表 1 不同萌芽温度下的芽条发育差异

项目	AH	AL	AC*
每块芽数(个)	2.54	2.93	3.00
每芽芽长(mm)	21.0	—	36.0
每芽芽粗(mm)	11.3	—	5.65
每芽芽重(g)	0.37	—	0.60
每芽芽体积(ml)	0.38	—	0.59
芽长/芽粗	1.86	—	6.37
生长锥发育阶段	伸长	突起	花芽分化

* 为室温下萌芽 30 天的种薯

芽, 每块芽数没有显著差异。在低温下萌芽的种薯, 芽条生长发育速度很慢, 小芽刚刚长出, 生长锥刚刚突起, 而在高温下萌芽的种薯, 芽长、芽重、芽体积均低于在常温下萌芽的种薯, 但芽条增粗, 且基部出现膨大现象。在高温下萌芽的种薯, 芽生长锥开始伸长, 而在常温下萌芽的种薯, 芽生长锥已进入花芽分化阶段, 这说明, 种薯无论在高温还是低温下萌芽, 芽条的生长发育均会受到不同程度的抑制作用。

3.1.2 萌芽温度对种薯出苗及幼苗长势的影响

不同温度下对种薯出苗及幼苗长势影响见表 2。

根据表 2 结果, 在高温下萌芽的种薯出苗率达 50% 的时间早于在低温下萌芽的种薯。种薯的萌芽温度对地上茎数无显著影响, 但在高温下萌芽的种薯后代植株的根、茎和叶鲜重均小于在低温下萌芽的种薯, 表明种薯在高温下萌芽, 后代植株的生长势减弱。

表 2 在不同温度下萌芽的种薯出苗及幼苗长势差异

种薯	播后不同天数的出苗率(%)					茎数	根重(g/株)	茎重(g/株)	叶重(g/株)
	21	23	25	27	30				
AH	20.0	30.7	55.7	75.0	80.7	4	10.3	25.6	20.6
AL	2.2	10.6	39.3	64.3	76.9	3.5	11.6	29.1	24.2

3.2 在高温下萌芽的种薯后代植株生理机能的变化

3.2.1 根系活力和叶片光合强度的变化

试验结果见表 3。

表 3 在高温下萌芽的种薯后代植株根系活力和叶片光合强度的变化

种薯	根系活力($\mu\text{g/g} \cdot \text{hr}$)		光合强度($\text{mg/dm}^2 \cdot \text{hr}$)	
	苗期	块茎形成期	块茎增长初期	块茎增长中期
AH	28.0	18.3	29.2	11.9
AL	34.7	27.9	38.2	16.5

根据表 3 结果, 在高温下萌芽的种薯后代植株的根系活力和叶片光合强度均低于在低温下萌芽的种薯, 表明种薯的萌芽高温可引起后代植株的营养代谢机能减弱。

3.2.2 植株抗病力的变化

试验结果见表 4。

根据表 4 结果, 在块茎形成期, 带毒种薯后代植株的感病株率和感病指数均高于无毒种薯, 在高温下萌芽的种薯后代植株的感病株率和感病指数均高于相应的在低温下萌芽的种薯。在高温下萌芽的无毒种薯后代植株感病

较重,表明种薯的萌芽高温可使后代植株的抗病能力减弱,对于在高温下萌芽的带毒种薯,由于后代植株抗病力减弱,使得其内病毒的增殖与侵染能力相对加强,转移到地上部叶片中的病毒较多,因而后代植株的感病程度最为严重。

表4 在高温下萌芽的种薯后代植株的感病及带毒情况

种薯	块茎形成期		块茎增长期	
	感病株率(%)	感病指数	带毒株率(%)	带毒指数
AH	9.38	4.71	40	32.5
AL	6.15	4.01	20	12.5
BH	15.25	11.12	70	50.0
BL	14.02	10.05	40	20.0

注:感病(带毒)指数 = $\frac{\text{感病(带毒)级数和}}{\text{最高级数} \times \text{株数}}$

在块茎增长期,对表观健康的植株进行病毒含量的测定,结果表明,带毒种薯后代植株的带毒株率和带毒指数均高于同一萌芽温度下的无毒种薯,在高温下萌芽的种薯后代植株的带毒株率和带毒指数均高于相应的在低温下萌芽的种薯。叶片内病毒含量的高低恰好与植株的感病程度相符,病毒含量高,植株感病较重,反之则较轻,在高温下萌芽的带毒种薯后代植株病毒含量最高,植株感病也最为严重,这一结果,不仅表明植株感病主要是由病毒引起的,同时也表明,在高温下萌芽的种薯后代植株的抗病力减弱。

3.3 在高温下萌芽的种薯后代植株叶片内物质的变化

3.3.1 叶片内可溶性蛋白含量的变化

结果见表5。

根据表5结果,在块茎形成初期,带毒种薯后代植株叶片内可溶性蛋白含量显著低于无

毒种薯,种薯的萌芽温度对叶片内可溶性蛋白含量无显著影响,而且萌芽温度与病毒亦未发生互作。

表5 叶片内可溶性蛋白含量的变化

生育期	变异来源	F	种薯	含量(mg/g)	差异显著性
块茎形成初期	种薯	11.33*	AL	226.13	a _a A
			AH	221.78	a A
	萌温	<1	BL	221.81	b A
	互作	<1	BH	210.37	b A
块茎增长期	种薯	15.66**	BL	33.4	a A
			BH	20.83	b B
	萌温	13.59*	AL	20.31	b B
	互作	8.49*	AH	18.84	b B
淀粉积累期	种薯	23.91**	BL	27.04	a A
			AL	15.14	b B
	萌温	31.7**	BH	13.97	b B
	互作	6.96*	AH	10.41	b B

注:SSR 检验, $F_{0.05,6} = 5.99$ $F_{0.01,6} = 13.74$

在块茎增长期,在低温下萌芽的带毒种薯后代植株叶片内可溶性蛋白含量极显著地增加,萌芽温度对叶片内可溶性蛋白含量的影响因种薯带毒与否而异,对于无毒种薯,可溶性蛋白含量不随萌芽温度的不同而变化,对于带毒种薯,萌芽高温与病毒发生互作使可溶性蛋白含量显著降低。由F值可知,在此生育期,对于叶片内可溶性蛋白含量的变化,病毒的影响起主要作用,其次是萌芽温度的作用,再次则是病毒与萌芽高温的互作。

在淀粉积累期,各处理种薯后代植株叶片内可溶性蛋白含量的变化情况与块茎增长期大致相同,只是萌芽温度对叶片内可溶性蛋白含量的影响起主要作用,病毒的作用位居第二,再次是萌芽高温与病毒的互作。

在植株生育的中、后期,叶片内可溶性蛋

白含量随着植株的衰老而逐渐降低,然而在本实验中发现低温下萌芽的带毒种薯后代植株叶片内可溶性蛋白含量却始终维持在相对较高的水平,其原因有待于进一步探讨。

3.3.2 叶片内 RNA 含量的变化

试验结果见表 6。

表 6 叶片内 RNA 含量的变化

生育期	变异来源	F	种薯	含量 (mg/g)	差异显著性
块茎形成初期	种薯	13.58*	BL	54.9	a A
	萌芽温度	5.02	BH	53.0	a A
			AL	50.8	ab A
			AH	45.7	b A
块茎增长期	种薯	37.67**	AL	66.7	a A
	萌芽温度	14.33*	AH	65.4	ab A
			BL	64.0	b A
			BH	60.9	b B
淀粉积累期	种薯	65.03**	BL	5.90	a A
	萌芽温度	8.98**	BH	5.80	a AB
			AL	5.43	b B
			AH	5.10	c B

根据表 6 结果,在块茎形成初期,带毒种薯植株叶片内 RNA 含量显著高于同一萌芽温度下的无毒种薯,种薯的萌芽温度对叶片内 RNA 含量的变化无显著影响,萌芽温度与病毒亦未发生互作。带毒种薯后代植株叶片内 RNA 含量较高,可能是由于寄主细胞受到病毒的刺激后,核酸合成代谢加强以抵抗病毒 RNA 的侵染与复制。

在块茎增长期,带毒种薯后代植株叶片内 RNA 含量极显著地低于同一萌芽温度下的无毒种薯,种薯的萌芽温度对叶片内 RNA 含量的影响因种薯带毒与否而异,对于无毒

种薯,萌芽温度的影响不显著,对于带毒种薯,萌芽高温使叶片内 RNA 含量极显著地降低,然而种薯的萌芽高温与病毒并未发生互作,这表明萌芽高温对叶片内 RNA 含量的影响是通过病毒而发生作用的。由 F 值可知,对于叶片内 RNA 含量的变化,病毒的影响起主要作用,其次是种薯萌芽温度的影响。

在淀粉积累期,带毒种薯后代植株叶片内 RNA 含量极显著高于无毒种薯,萌芽温度对叶片内 RNA 含量的影响因种薯带毒与否而异,对于带毒种薯,萌芽温度的影响不显著,对于无毒种薯,萌芽高温可使叶片内 RNA 含量显著降低。对于叶片内 RNA 含量的变化,病毒的影响起主要作用,其次是种薯萌芽温度的作用,萌芽温度与病毒未发生互作。在此生育时期,叶片内 RNA 含量大幅度下降,标志着植株已发生生理衰老,但带毒种薯后代植株叶片内 RNA 含量相对较高,与植株的衰老程度不符,这显然是病毒 RNA 发生作用的结果。对于衰老的叶片细胞,由于其生理机能的减弱,已无法通过自身代谢的调节来有效地抵抗病毒 RNA 的侵染,而病毒 RNA 的代谢活动相对加强,可能导致寄主细胞的核酸代谢发生紊乱,使得叶片细胞内 RNA 含量变得偏高。

3.4 在高温下萌芽的种薯后代产量的变化

产量的变化结果见表 7。

根据表 7 结果,在块茎形成初期,块茎重量不因种薯带毒与否而异,但随种薯萌芽温度的高低而变化,在高温下萌芽的种薯后代块茎重量极显著地高于低温下萌芽的种薯,萌芽高温与病毒互作也使块茎重量显著增加。由 F 值可知,对于块茎重量的变化,萌芽温度的影响起主要作用。种薯在高温下萌芽期间,芽条的发育进程较快,导致后代植株的生育进程提前,块茎提早形成,因而生育前期产量较高。

表7 在高温下萌芽的种薯后代量的变化

(单位: g/株)

生育期	变异来源	F	种薯	含量 (mg/g)	差异显著性	
块茎形成初期	种薯	<1	AH	29.7	a	A
	萌温	88.07**	BH	23.8	a	A
			BL	11.2	b	B
	互作	8.07*	AL	6.1	b	B
块茎增长期	种薯	15.26**	AH	630	a	A
	萌温	1.13	BL	510	b	B
			AL	505	b	B
	互作	2.13*	BH	432	c	B
淀粉积累期	种薯	14.32**	AH	931	a	A
	萌温	1.78**	AL	842	a	AB
			BL	662	b	AB
	互作	<1	BH	556	b	B

注: SSR 检验, $F_{0.05, 9} = 5.12$ $F_{0.01, 9} = 10.56$

在块茎增长期, 种薯的萌芽温度对块茎重量的影响因种薯带毒与否而异, 对于无毒种薯, 在高温下萌芽的种薯后代块茎重量极显著地高于在低温下萌芽的种薯, 对于带毒种薯, 萌芽高温与病毒互作使块茎重量显著降低。由 F 值可知, 对于块茎重量的变化, 萌芽高温与病毒互作起重要作用, 其次是病毒的作用。在高温下萌芽的无毒种薯后代产量较多, 仍然与块茎提早形成有关, 而对于在高温下萌芽的带毒种薯, 后代产量却较低, 这表明萌芽高温与病毒互作能够引起后代植株生理机能减弱。

在淀粉积累期, 带毒种薯的后代产量极显著地低于无毒种薯, 种薯的萌芽温度对后代产量无显著影响, 而且萌芽温度与病毒亦未发生互作。从块茎增长期到淀粉积累期, 带毒种薯的后代块茎增长速率明显低于无毒

率明显低于相应的在低温下萌芽的种薯, 这说明种薯的萌芽高温和病毒均能引起植株的代谢机能减弱, 块茎增长速率的降低正是植株生理早衰的表现。

在本试验进行过程中, 秋季雨水过多, 在生育后期, 植株感晚疫病极其严重, 而且出现烂薯现象, 故没能测得真实的最终产量。本试验所用品种为晋薯2号, 属中晚熟品种, 植株在生育后期所积累的光合产物对产量影响很大, 在高温下萌芽的种薯及带毒种薯后代块茎增长速率较低, 产量不可能高, 只有在低温下萌芽的无毒种薯在生育后期块茎的增长速率较快, 具有增产的潜势。

4 讨论与结论

a. 在低温下萌芽的种薯, 芽的生长发育速度很慢, 而在高温下萌芽的种薯, 芽长及芽生长锥分化程度均不如在常温下萌芽的种薯, 可见芽条的生长发育速度与萌芽温度之间没有相关性。此外, 种薯的萌芽温度对萌芽数和地上茎数亦无显著影响, 因此认为: 用种薯的萌芽数、芽长和芽生长锥分化程度作为种薯生理年龄指标不具有普遍意义。

b. 在高温下萌芽的种薯, 出苗早, 后代植株的生育进程提前, 但植株的生长势、根系活力和叶片光合强度均较弱, 表明种薯在高温下萌芽可导致后代植株的生理机能减弱。

c. 在高温下萌芽的种薯后代植株的感病指数和带毒指数均高于在低温下萌芽的种薯; 带毒种薯后代植株的感病指数和带毒指数均高于同一萌芽温度下的无毒种薯; 在高温下萌芽的带毒种薯感病指数最高, 带毒指数也最高。以上结果表明, 植株感病主要是由病毒引起的, 种薯的萌芽高温可导致后代植株的抗病力下降, 而且萌芽高温能够加速种薯的退化进程。

d. 叶片内可溶性蛋白和 RNA 含量的变

种薯在高温下萌芽的种薯后代块茎增长速

化既与叶肉细胞的生理机能状态有关,也与病毒RNA的代谢强度有关,在植株生育的中、后期,随着植株生理机能的减弱,叶肉细胞已无法通过自身代谢的调节来抵抗病毒RNA的侵染,此时病毒RNA的代谢活动相对加强,结果导致寄主细胞的核酸和蛋白质代谢发生紊乱,使得叶片细胞内可溶性蛋白和RNA含量的高低与植株的生理衰老程度之间没能表现出一定的相关性,因此认为,以叶片内可溶性蛋白和RNA含量作为马铃薯植株衰老的生理指标还值得进一步研究商榷。

e. 在高温下萌芽的种薯后代产量低于在低温下萌芽的种薯,带毒种薯的后代产量低于无毒种薯,在高温下萌芽的带毒种薯后代产量最低。由此可见,种薯的萌芽高温和病

毒均可引起后代减产,但病毒的影响起主要作用,而萌芽高温能够加快带毒种薯的退化速度。

参 考 文 献

- 1 蒋光明等译, 马铃薯改良的科学基础, 1984
- 2 高山译, 贮藏温度对马铃薯种薯幼芽生长和产量的影响, 杂粮作物, 1983, 1: 38 ~ 39
- 3 Loon. Influence of storage period and storage temp. on growth and yield in the field. Potato Research, 1987, 30: 441 ~ 450
- 4 Susnoschi. Seed potato quality as influenced by high temp. during the growth period — Effect of storage temp. on sprout growth. Potato Research, 1981, 24: 271 ~ 279

THE BIOLOGICAL EFFECT OF SEED POTATOES SPROUTING AT HIGH TEMPERATURE

Liu Kuibin

(Institute of vegetable, Tianjin, 300381)

Liu Mengyun and Men Fuyi

(Inner Mongolia College of Agriculture and Animal Husbandry, Huhehot, 010018)

ABSTRACT

The virus-infested and virus-free potato tubers of the cultivar Jinshu No.2 were used in this experiment. They were stored at high temperature (25 ~ 28 °C) during sprouting, and the tubers stored at low temperature (4 ~ 7 °C) were used as control. The effect of sprouting temperature on subsequent plant growth, physiology and yield was studied, and the index of physiological age of seed potatoes was discussed. The roles of high temperature and virus in potato degeneration were investigated.