

徐惠娟,陈彦云. 马铃薯原种萌发前后淀粉、还原糖含量及淀粉磷酸化酶活性的分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):95-97.

马铃薯原种萌发前后淀粉、还原糖含量及淀粉磷酸化酶活性的分析

徐惠娟, 陈彦云

(宁夏大学, 宁夏银川 750021)

摘要:以大西洋(早熟)、克新 1 号(中熟)、青薯 168(晚熟)3 个马铃薯品种原种为材料,分析其在萌发前后的淀粉、还原糖含量及淀粉磷酸化酶活性。试验结果表明:在萌发前后,3 个供试品种的淀粉含量在萌发过程中均呈现出逐步降低的趋势;3 个供试品种的还原糖含量在萌发前后均呈现出逐步升高的趋势;3 个供试品种的淀粉磷酸化酶活性在萌发前后均呈现出先升高、后下降的趋势,且萌发时的淀粉磷酸化酶活性最高,发芽后最低。

关键词:马铃薯;原种;淀粉;还原糖;淀粉磷酸化酶

中图分类号: S532.01;Q945.34

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2014)09-0095-03

马铃薯(*Solanum tuberosum*)别称山药蛋、洋芋、土豆,是世界上仅次于小麦、水稻、玉米的第四大粮食作物。马铃薯是茄科茄属多年生草本块茎植物,其块茎中含有大量碳水化合物,其中大部分为淀粉,淀粉是马铃薯的主要贮藏物质,也是衡量马铃薯品质的一个重要指标^[1-2]。在众多的品质性状中,还原糖含量高低是影响油炸薯片和薯条品质的重要因素,也是衡量马铃薯能否作为加工原料的最严格的指标。新收获的马铃薯块茎在整个贮藏期内,从休眠到休眠解除,再到顶芽萌发生长,都要经过一系列的物质分解和合成,其间都是在相应酶的作用下而引起各种反应变化,块茎休眠和萌发与酶活性变化有密切的关系。本研究在不同贮藏时期对 3 个马铃薯品种进行淀粉含量、还原糖含量和淀粉磷酸化酶的测定,以期找出不同马铃薯品种在贮藏期内各物质含量的变化规律及其

相互关系,从而为马铃薯的贮藏、加工以及贮藏品质的提升提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试马铃薯品种有 3 个:大西洋(早熟)、克新 1 号(中熟)、青薯 168(晚熟),均来自宁夏西吉县马铃薯工程技术研究中心,为原原种种薯。

1.2 试验方法

淀粉含量的测定:碘比色法^[3];还原糖含量的测定:3,5-二硝基水杨酸法^[3];淀粉磷酸化酶活性的测定:1-磷酸葡萄糖法(DNS 法)^[3]。

1.3 数据统计与分析

试验数据运用 Excel 2003、DPS(data processing system)进行方差分析处理,平均数的多重比较采用 SSR 法^[4]。

2 结果与分析

2.1 淀粉含量分析

对各参试马铃薯品种在萌发前后的淀粉含量进行测定,

合评价[J]. 中国农业科学,2009,42(7):2425-2433.

[3]周忠发,李波,贾龙浩.合成孔径雷达技术在喀斯特山区烟草种植定量监测应用探讨[J].测绘通报,2012(增刊):246-248.

[4]刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003:58-67.

[5]汪璇.基于 GIS 和计算智能的烤烟生态适宜性评价[D].重庆:西南大学,2009:37-40.

[6]李锡宏,林国平,黎妍妍,等.恩施州烤烟种植气候适生性与土壤适宜性研究[J].中国烟草科学,2008,29(5):18-21.

[7]许自成,黎妍妍,毕庆文,等.湖北烟区烤烟气候适生性评价及与国外烟区的相似性分析[J].生态学报,2008,28(8):3832-3838.

[8]邵岩,宋春满,邓建华,等.云南与津巴布韦烤烟致香物质的相似性分析[J].中国烟草学报,2007,13(4):19-25.

[9]胡钟胜,杨春江,施旭,等.烤烟不同移栽期的生育期气象条件和产量品质对比[J].气象与环境学报,2012,28(2):66-70.

收稿日期:2014-03-27

基金项目:宁夏大学科学研究基金(编号:ZR1229)。

作者简介:徐惠娟(1979—),女,宁夏中卫人,硕士,讲师,主要从事资源植物学及微生物学的研究。E-mail:qit0316@126.com。

通信作者:陈彦云,研究员,主要从事植物资源学的研究。E-mail:qit0316@126.com。

作物估产、栽培技术改进、种植制度设计、种植业布局规划提供了可靠依据。

采用层次分析法确立权重,具有较强的客观性、实用性和系统性。本研究将隶属函数和模糊综合评判应用于烟草种植适宜性评价,具有 3 个特点:一是通过建立隶属函数,对指标进行量化,具有更高的精确性;二是利用适宜性评价中模糊性特点,将模糊数学应用于烟草种植适宜性评价;三是综合考虑了土壤和气候条件对烟草生长影响的密切关系,采用多个指标和大量数据进行综合评判,提高了综合评判的准确性。

参考文献:

[1]王东胜,刘贯山,李章海,等.烟草栽培学[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2002:115.

[2]陈海生,刘国顺,刘大双. GIS 支持下的河南省烟草生态适宜性综

结果的平均值见图 1。由图 1 可以看出:大西洋、克新 1 号、青薯 168 这 3 个品种原原种在萌发前后,淀粉含量均呈降低趋势,且萌发后的淀粉含量明显比萌发前低;3 个品种原原种的淀粉含量由低到高依次为:大西洋 < 克新 1 号 < 青薯 168。

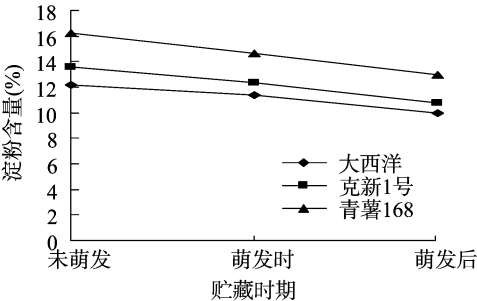


图1 参试马铃薯品种在萌发前后淀粉含量

对上述试验数据进行方差分析,结果见表 1。由表 1 可以看出:不同马铃薯品种间差异极显著 ($P < 0.01$),可能由于来自于不同的育种品种,这些品种的遗传基础不同,因而各个性状的表现亦有所不同,淀粉含量的差异较大也是各品种本质区别的显著特征之一。不同贮藏时期的淀粉含量也达到极显著差异,即各个品种的马铃薯在不同贮藏时期的淀粉含量差异极显著 ($P < 0.01$)。由结果可知,马铃薯块茎在从休眠到萌发的过程中,各种贮藏物质发生变化,其中淀粉不断降解成可溶性糖,并且其含量在整个贮藏过程中都不断下降;品种与贮藏时期的交互未达到显著差异,因此不作分析。

表 1 3 个马铃薯品种淀粉含量的方差分析

| 变异来源 | 自由度 | 平方和 | 均方 | F 值 | $F_{0.05}$ | $F_{0.01}$ |
|---------|-----|-------|-------|----------|------------|------------|
| 区组间 | 2 | 0.46 | 0.23 | 1.21 | 3.63 | 6.23 |
| 品种间(A) | 2 | 56.01 | 28.01 | 147.42** | 3.63 | 6.23 |
| 贮藏时期(B) | 2 | 34.39 | 17.20 | 90.53** | 3.63 | 6.23 |
| A × B | 4 | 0.99 | 0.25 | 1.32 | 3.01 | 4.77 |
| 误差 | 16 | 3.01 | 0.19 | | | |
| 总变异 | 26 | 94.86 | | | | |

注:“**”表示差异极显著 ($P < 0.01$)。表 2、表 3 同。

2.2 还原糖含量分析

对各参试马铃薯品种在萌发前后的还原糖含量进行测定,其结果平均值见图 2。由图 2 可以看出:大西洋、克新 1 号、青薯 168 这 3 个马铃薯品种原原种在萌发前后,还原糖含量呈上升趋势,且萌发后还原糖含量比萌发前明显升高;3 个马铃薯品种的原原种之间,还原糖含量的高低依次为:大西洋 < 克新 1 号 < 青薯 168。

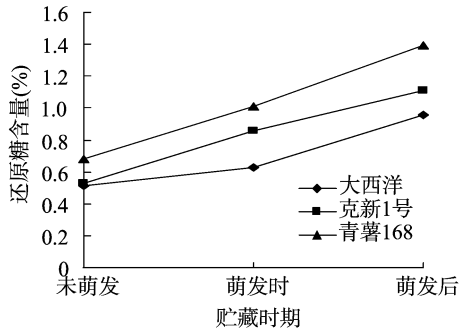


图2 参试马铃薯品种在萌发前后还原糖含量

对上述试验数据进行方差分析,得到表 2 的结果。由表 2 还原糖含量的方差分析可知:品种间差异极显著 ($P < 0.01$),可能由于各个品种来源于不同的育种品种,这些品种的遗传基础不同,各自性状的表现也有所不同,因此还原糖含量差异较大也是各品种具有本质区别的显著特征之一。相同品种不同贮藏时期的还原糖含量达到极显著差异 ($P < 0.01$),可能随着马铃薯的萌发,将淀粉不断转化为还原糖,随着呼吸作用增强,需要更多的还原糖,从而导致不同时期的还原糖含量出现了差异。此外,品种与贮藏时期的交互也达到极显著差异 ($P < 0.01$),可能由于不同的性状在不同时期的淀粉转化作用不同,使得呼吸速率不相同,因此还原糖含量也不同。

表 2 3 个马铃薯品种还原糖含量的方差分析

| 变异来源 | 自由度 | 平方和 | 均方 | F 值 | $F_{0.05}$ | $F_{0.01}$ |
|---------|-----|------|-------|----------|------------|------------|
| 区组间 | 2 | 0.01 | 0.010 | 1.25 | 3.63 | 6.23 |
| 品种间(A) | 2 | 0.49 | 0.250 | 62.50** | 3.63 | 6.23 |
| 贮藏时期(B) | 2 | 1.51 | 0.760 | 190.00** | 3.63 | 6.23 |
| A × B | 4 | 0.07 | 0.020 | 5.00** | 3.01 | 4.77 |
| 误差 | 16 | 0.07 | 0.004 | | | |
| 总变异 | 26 | 2.15 | | | | |

2.3 淀粉磷酸化酶活性分析

对各参试马铃薯品种在萌发前后的淀粉磷酸化酶活性进行测定,其结果平均值见图 3。由图 3 可以看出:淀粉磷酸化酶活性以克新 1 号最大,青薯 168 居中,大西洋最小。大西洋萌发时的淀粉磷酸化酶活性最高,为 $5.49 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$,萌发后的淀粉磷酸化酶活性最低,为 $2.65 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$;克新 1 号萌发时的淀粉磷酸化酶活性最高,为 $6.84 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$,萌发后的淀粉磷酸化酶活性最低,为 $3.47 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$;青薯 168 萌发时的淀粉磷酸化酶活性最高,为 $6.38 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$,萌发后的淀粉磷酸化酶活性最低,为 $3.24 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$ 。通过对 3 个马铃薯品种原原种萌发前后淀粉磷酸化酶活性的测定表明,萌发时的淀粉磷酸化酶活性比萌发前、萌发后的都高,且萌发后的比萌发前的低;萌发前后 3 个马铃薯品种原原种的淀粉磷酸化酶活性均呈先上升后下降的趋势。

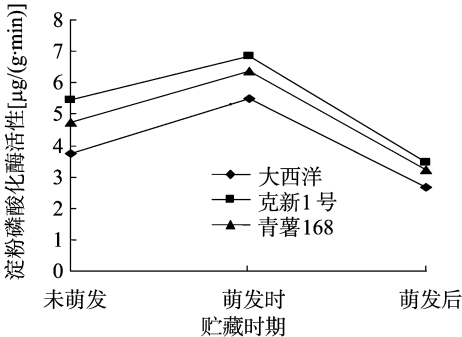


图3 不同马铃薯品种在萌发前后的淀粉磷酸化酶活性

对上述试验数据进行方差分析,由表 3 统计分析可以看出:不同马铃薯品种间淀粉磷酸化酶差异极显著,可能由于各材料来自不同的育种品种,这些品种的遗传基础不同,各自性状的表现亦有所不同,因此淀粉磷酸化酶活性的差异较大也是各品种具有本质区别的显著特征之一;同一品种不同贮藏时期淀粉磷酸化酶活性差异极显著,其主要原因是由于萌发

使得各品种淀粉磷酸化酶的活性发生改变,这种变化主要与块茎的生理状态有关;品种与贮藏时期的交互间达到极显著差异,表明各个材料的性状以及生理状态不同,淀粉磷酸化酶活力不尽相同。

表 3 3 个马铃薯品种淀粉磷酸化酶活性的方差分析

| 变异来源 | 自由度 | 平方和 | 均方 | F 值 | $F_{0.05}$ | $F_{0.01}$ |
|---------|-----|-------|-------|------------|------------|------------|
| 区组间 | 2 | 0.87 | 0.44 | 44.00 ** | 3.63 | 6.23 |
| 品种间(A) | 2 | 7.73 | 3.87 | 387.00 ** | 3.63 | 6.23 |
| 贮藏时期(B) | 2 | 43.75 | 21.88 | 2188.00 ** | 3.63 | 6.23 |
| A × B | 4 | 0.63 | 0.16 | 16.00 ** | 3.01 | 4.77 |
| 误差 | 16 | 1.12 | 0.01 | | | |
| 总变异 | 26 | 54.10 | | | | |

3 讨论与结论

3.1 讨论

品种是影响马铃薯品质的重要因素,不同品种马铃薯的遗传性状不同;不同品种马铃薯的淀粉含量因环境和基因的差异而不同^[5],一般早熟品种淀粉含量低,平均为 13% 左右,中熟品种为 13% ~ 14%,晚熟品种为 16% ~ 18%;光合作用时间越长,所积累的干物质越多,因此生育期的长短与淀粉含量有密切关系,高淀粉含量的品种多为晚熟品种^[6]。本研究发现,在萌发前后,3 个马铃薯品种的淀粉含量呈降低趋势。

不同马铃薯品种间的还原糖含量存在着很大差别。在马铃薯块茎中,还原糖含量高低与炸片、炸条加工品质关系密切,不仅影响其感官评价程度,还与炸片、炸条的色泽、起泡度、平展度极显著相关^[7]。一般早熟品种的还原糖含量平均为 0.51%,中熟品种为 0.52%,晚熟品种为 0.68%。本试验对 3 个马铃薯品种原原种萌发前后的比较发现,还原糖含量呈现上升的趋势。

不同品种马铃薯的淀粉磷酸化酶活性也有很大的差异。3 个品种原原种马铃薯的淀粉磷酸化酶活力在萌发前后都呈现出先上升再下降的趋势,且发芽中的酶活力最大,发芽后的酶活力又降到最低。可能原因是萌发前块茎处于休眠状态,此时淀粉磷酸化酶活性较低,但其后又逐渐增加,并且伴随休眠的解除和顶芽萌动,酶活性逐渐增强,当块茎完全解除休眠后淀粉磷酸化酶活性达到最高值。随着芽的不断伸长和块茎萎蔫,植株代谢中心由块茎向茎叶转移,块茎内淀粉磷酸化酶活性逐渐降低。可以看出,在块茎休眠到再次萌发生长过程中,不同品种的淀粉磷酸化酶活性变化趋势基本相同,这种变化主要与块茎的生理状态有关。

3.2 结论

3.2.1 淀粉含量 大西洋、克新 1 号、青薯 168 这 3 个品种

原原种中,萌发前后的淀粉含量高低依次为青薯 168 > 克新 1 号 > 大西洋,即晚熟品种青薯 168 的淀粉含量最高,中熟品种克新 1 号的居中,早熟品种大西洋的最低。对于不同的马铃薯品种而言,生育期的长短与淀粉含量有密切关系。随着萌发的进行,这 3 个马铃薯品种原原种的淀粉含量均呈现出逐渐降低的趋势,在全生育期内淀粉含量的变化趋势完全一致,即随着萌发的进行,淀粉含量逐渐降低。

3.2.2 还原糖含量 萌发前后不同马铃薯还原糖含量高低依次为青薯 168 > 克新 1 号 > 大西洋。同时随着萌发的进行,这 3 个马铃薯品种原原种的还原糖含量均呈现出逐步升高的趋势。萌发前后大西洋、克新 1 号、青薯 168 的还原糖含量平均值分别为 0.70%、0.83%、1.03%。马铃薯块茎还原糖含量以萌发前最低,随萌发时间的延长,各品种还原糖含量呈现出增加趋势,到了萌发后期,还原糖含量增加到最高值。不同品种的马铃薯在萌发时期还原糖的变化趋势完全一致:随着萌发的进行,还原糖的含量逐渐增加。

3.2.3 淀粉磷酸化酶活性 参试的 3 个马铃薯品种原原种在萌发前后均表现出发芽中的淀粉磷酸化酶的活性最大,发芽后最小的趋势。酶活性最大的是克新 1 号,其平均值为 $5.25 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$;酶活性最小的是大西洋,平均值为 $3.96 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$;青薯 168 居中,平均值为 $4.78 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{min})$ 。不同马铃薯品种的淀粉磷酸化酶活性在 3 个贮藏时期内的变化趋势完全一致,随着块茎体积增大,进入块茎增长期,即生长最旺盛期后,淀粉磷酸化酶活性达到峰值;在此之前,随着块茎的增长发育,淀粉磷酸化酶活性增大;在此之后随着生育进程的推移和块茎淀粉含量的不断积累,淀粉磷酸化酶活性随之降低。

参考文献:

- [1] 宿云飞,陈伊里,石 瑛,等. 不同纬度环境对马铃薯淀粉含量及淀粉品质的影响[J]. 作物杂志,2009(4):27-31.
- [2] 张凤军,张永成,田 丰. 不同生态环境马铃薯淀粉含量分析[J]. 青海大学学报:自然科学版,2007,25(1):58-61.
- [3] 张永成,田 丰. 马铃薯试验研究方法[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007:169-170.
- [4] 李春喜,姜丽娜. 生物统计学[M]. 3 版. 北京:科学出版社,2005:90-112.
- [5] 李燕山,钱彩霞,刘志祥,等. 不同高淀粉马铃薯品系在不同生态条件下的淀粉含量及淀粉产量试验[J]. 现代农业科技,2010(22):105-108.
- [6] 谢庆华,吴毅歆. 马铃薯品种营养成分分析测定[J]. 云南师范大学学报:自然科学版,2002,22(2):50-52.
- [7] 张凤军,张永成,田 丰. 不同生态环境下马铃薯还原糖含量分析[J]. 中国马铃薯,2007,21(1):15-18.