

测定马铃薯淀粉含量几种方法的比较

熊淑芳 杨海鹰 傅晓峰

(内蒙古林县)

马铃薯干物质中淀粉含量平均为70~80%, 是一个很重要的经济性状, 也是选育马铃薯优良品种的主要指标之一。

本试验的目的在于通过比较几种马铃薯淀粉测定方法, 找出简便而又准确的分析方法, 以利于加速马铃薯新品种选育工作, 现将盐酸水解旋光法、铁氰化钾容量法、盐重比重法测定分析结果与鲜薯匀浆沉淀法进行比较, 以供参考。

一、鲜薯匀浆沉淀法

此方法是1989年中国科学院遗传研究所介绍的。其测定的原理是马铃薯淀粉粒易提取, 其直径大多在20~60微米之间, 采用100微米孔径筛, 将适量试样在筛中冲洗, 纤维素等残渣留在筛上, 而大部分蛋白质、无机盐、糖等可溶性物质在水中, 淀粉沉在下层, 再将下层淀粉过滤、风干, 称重, 即可算出该块茎淀粉含量。具体操作: 称取10克鲜薯, 在每分钟5000转的组织匀浆器中处理20分钟后, 先用120目尼龙筛将试样冲洗, 然后再用180目筛冲洗1次, 最后用移液管的滤纸过滤, 风干, 称重 (此法采用十万分之五的天平称重)。

计算公式:

$$\text{淀粉}\% = \frac{(\text{滤纸重} + \text{淀粉重}) - \text{滤纸重}}{\text{样品鲜重}} \times 100$$

二、盐酸水解旋光法

此方法是1982年内蒙古自治区农业厅编

的《农业化验分析实验指导》有关淀粉含量测定方法中谈及的。其测定淀粉的原理是用一定浓度的盐酸将淀粉水解, 利用淀粉或糊精、葡萄糖分子内具有旋光性的不对称碳原子, 用光电旋光仪测定旋光度, 进而求出淀粉含量。

具体方法是: 取大、中、小薯各1块, 切碎混合均匀, 随机取样200克, 加无离子水200毫升, 然后放入高速组织捣碎机内搅拌3分钟, 用小烧杯在工业天平上称取浆液约4克(相当于鲜样2克), 取平行样3个。用1.12%的盐酸25毫升注入100毫升容量瓶中, 振荡, 然后沿瓶壁再加入25毫升浓硫酸, 将容量瓶置于沸水浴中, 并注意将瓶内振荡浸没, 煮沸30分钟取出, 迅速冷却至室温, 之后, 加入30%硫酸钾1毫升, 用力混合后再加入15%亚铁氰化钾1毫升, 重新振荡混合, 以沉淀蛋白质及澄清溶液。若有泡沫形成, 用1~2滴乙醇清除, 最后定容至100毫升。用折光油纸过滤, 取滤液进行旋光测定。读3次值, 取其平均数。

结果计算:

$$X = \frac{\alpha \times 100}{[\alpha]_D \times L \times \bar{w}} \times 100$$

式中:

X——淀粉百分含量;

α ——旋光仪读数;

$[\alpha]_D$ ——淀粉比旋光度 (马铃薯为195.4)°;

L——旋光管长度 (分米);

$\bar{w}$ ——样品重;

三、铁氰化钾容量法

此法是参照内蒙农研所土肥室1978年编写的《土壤肥料分析方法》以及中国果树所编著的《果树营养诊断法》设计的。其测定原理是：淀粉在盐酸作用下转变成糊。利用铁氰化钾在碱性溶液中可氧化还原糖的这一性质，用稀的浸出液滴定已知浓度一定量的铁氰化钾溶液时，铁氰化钾即被还原为亚铁氰化钾，还原液被氧化成淀粉。溶液中有铁氰化钾存在时，溶液呈蓝色指示剂的颜色，当铁氰化钾全部还原为亚铁氰化钾，再多加1滴稀液，指示剂就被还原成土黄色的三价甲氧化合物，根据所消耗的溶液体积，计算糖的含量，进而求出淀粉的含量。我们在操作过程中，为了便于比较，稍加更改。

此方法主要操作程序是：取大、中、小薯各1块，切碎混合均匀，随机取样200克，加无离子水200毫升，在高速组织捣碎机上搅拌3分钟，用小烧杯在工业天平上称取浆状物8克（相当于样品4克），用1当量盐酸150毫升无损失地流入250毫升容量瓶中，然后在沸水浴中水解2小时，为了检验水解程度，可用稀碘液1滴酸解液于白瓷板上，并加1滴碘—碘化钾溶液，使二者反应，若不显蓝、红、紫色，说明水解完全。将瓶取下冷却，之后加入2滴甲基红指示剂，用8%的氢氧化钠中和至溶液接近终点时，改用稀氢氧化钠直至溶液呈微黄色为止，再继续滴加入10%中性醋酸直至溶液不再形成白色沉淀为止，放置片刻再加入相当酸度所用量的3~4倍饱和重碳酸钠溶液，使多余的糖生成重碳酸盐及蛋白质沉淀，加水定容至刻度，充分摇匀，用折叠滤纸过滤，取滤液测定之。

为力求测定结果准确，先做一次预测。在150毫升三角瓶中，用3个滴定管依次加入1%铁氰化钾溶液20毫升，2.5当量氢

氧化钠溶液5毫升及指示剂3毫升，将瓶放在带有石棉丝网盖的300瓦小电炉上加热煮沸1分钟，立即加入1滴次甲基蓝指示剂，随即边加边用上述溶液滴定，滴定速度要慢，使溶液保持微沸。在接近终点时，每加1滴时，都要充分摇动。溶液的颜色变化为绿——红——蓝——紫——土黄，而且由紫变到土黄即达到了终点。糖液消耗的总量在4~6毫升之间，结果最精确。如果消耗糖液超过8毫升，说明糖的浓度过低，可取10毫升铁氰化钾溶液及2.5当量氢氧化钠2.5毫升，与糖液重新测定；如果煮沸1分钟，加次甲基蓝指示剂，溶液立即变黄，说明糖液过低，需将溶液稀释后再重新测定。在预测的基础上进行正式滴定，即在20毫升铁氰化钾溶液和5毫升氢氧化钠溶液中，先加入比预测用量少0.5毫升的糖液，煮沸1分钟，加指示剂1滴，边加边逐滴加入糖液，每加1滴都要充分摇动，直到终点为止。

铁氰化钾溶液浓度的确定：准确称取在110℃烘箱中烘过2小时的葡萄糖分析纯0.2克，溶于水定容至100毫升容量瓶中。用此液与10毫升铁氰化钾溶液滴定，方法同上。记下消耗用量。

计算公式：10毫升铁氰化钾溶液相当于葡萄糖的克数（G）为：

$$G = \frac{M \times V}{100}$$

$$\text{淀粉含量\%} = \frac{2G \times V_1}{W \times V_2} \times 100 \times 0.9$$

式中：

M——葡萄糖的重量(克)；

V——滴定10毫升铁氰化钾溶液所用的标准葡萄糖溶液的体积(毫升)；

V₁——初提出来定容体积(毫升)；

V₂——20毫升铁氰化钾溶液所消耗的待测糖液体积(毫升)；

$\bar{W}$ ——样品鲜重(克);

0.9——葡萄糖换算成淀粉时的系数。

四、盐水比重法

其测定原理是, 将马铃薯块茎在相应的比重盐水中, 然后用盐水比重计测定其比重, 利用马铃薯块茎比重与淀粉百分含量的相关性, 计算某一品种淀粉百分含量。为了便于测定, 现将马铃薯块茎比重与淀粉百分含量核算表列下(表1)。

表1. 马铃薯块茎比重与淀粉百分含量核算

块茎比重	淀粉百分含量(%)	块茎比重	淀粉百分含量(%)
1.064	9.6	1.195	17.1
1.070	11.8	1.200	18.1
1.074	12.0	1.205	19.2
1.081	13.9	1.210	20.3
1.086	15.0	1.218	22.0
1.090	16.0		

此法的主要测定程序是, 收获时将按图马铃薯样本按大、中、小及不同形状取30~50个, 分别测定各薯块的比重, 然后通过薯块比重与淀粉百分含量相关曲线图, 查出相应的淀粉百分含量, 最后取其平均值确定为该样本的淀粉含量。

在正式测定的前一天, 根据被测块茎淀粉百分含量的大致范围, 用3000毫升大烧杯配制各个梯度的食盐水, 并分别测定其比重, 以便备用。

计算方法:

$$\text{淀粉}\% = \sum X/N$$

式中: X ——样品淀粉含量;

N ——样品总数。

※ ※ ※

通过以上4种测定方法对7个马铃薯品种淀粉含量进行测定对比, 其结果列于表2。

比较结果表明, 盐酸水解旋光法在整体操作过程中, 最大弱点是盐酸浓度和水解时间、水解温度都直接影响测定的结果。而且盐酸在水解过程中不仅水解双糖和多糖, 阿叶水解了其他水溶性的高分子产物成为溶于水的旋光性物质, 这样导致分析结果略偏高。铁氰化钾容量法的主要弱点是操作烦琐, 耗时较长, 同时, 在过量碱性条件下会造成单糖进一步水解, 在淀粉蛋白液时也会形成新的络合物, 导致测得结果偏低。盐水比重法是测定马铃薯块茎淀粉含量常用的方法之一, 它比分析化学的方法简单, 易掌握。同时, 在测定过程中薯块不会被破坏, 因此不会影响翌年春季的无性繁育工作。此法所需试剂用量较大, 而且在操作过程中必须严格遵守操作过程, 结果方能准确。鲜薯匀浆沉淀法, 操作易掌握, 而且简单易行, 不需什么试剂, 只要具备分析天平、匀浆器、玻璃仪器, 便能开展测定工作。此法对刚刚采收的鲜薯淀粉的真实含量测定结果十分准确, 我们以此法作为对照与其他几种方法比较。

通过表2的数据分析结果不难看出, 盐酸水解旋光法、铁氰化钾容量法、盐水比重法测得的结果与鲜薯匀浆沉淀法的结果相接近。其中, 盐酸水解旋光法结果更接近于鲜薯匀浆沉淀法, 其次为铁氰化钾容量法。而盐水比重法结果的规律性不明显, 其主要原因是样品的成熟度差异较大。通过实践, 我们认为在以上4种方法中, 如果实验条件较简陋, 以采用鲜薯匀浆沉淀法测定为宜; 若实验设备较好, 采用盐酸水解旋光法把握性较大。由于我们的实验数据还不够充分, 操作水平有限, 以上测定淀粉的几种方法仅供参考。

(下转第31页)

表 2. 土壤营养元素测定

姓 名	地 膜	挂 网	总 量
前 期 (%)	7.64	2.41	0.12
总 量 (ppm)	8	13	-5
全 氮 (%)	0.21	0.10	0.05
总 氮 (ppm)	4.3	4.1	0.4
全 磷 (%)	1.95	1.14	0.51
总 磷 (ppm)	133	85	47
全 钾 (%)	0.1289	0.1430	-0.0101

(四) 盖膜防止杂草滋生, 减少不必要的养分、水分和光能消耗

盖膜后 4~5 月份表层温度最高达 47℃, 对刚刚出土的杂草幼苗有强烈的杀伤力。据田间调查, 膜内每平方米杂草数 14~18 株, 对照田每平方米杂草数 180~306 株。

综上所述, 盖膜马铃薯由于田间土壤温度和湿度的变化, 促使其他因子朝着有利于马铃薯生长的方向发展, 为马铃薯创造了一个良好的生态环境。这个环境状态把影响并决定作物产量和熟性的各个因素彼此协调在

一起, 产生了比原来单项增产幅度更大的效果。同时, 在一定范围内, 作物生长阶段对地温的提高减少了对气积温的需要量, 为充分利用无霜期内的光照创造了条件。我省目前种植的多数马铃薯属中晚熟品种, 这类品种所需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 1400~1800℃。而我省只有个别县能达到这个指标, 绝大部分地区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温只有 1000~1400℃左右, 这在某种程度上证明了地温的提高可以减少对气积温需要量的说法。

五、结 论

地膜覆盖马铃薯的增产、增收作用十分显著, 在我省有很大的发展潜力。但也存在着一些问题: (1) 地膜成本过高, 农民一次性投资较大; (2) 病害发生相对增多; (3) 早衰、徒长现象较重。

解决的办法是: (1) 大量采用超薄地膜, 降低地膜成本; (2) 加强种薯优选工作, 严格把好种薯质量关, 减少病害发生; (3) 一次全层全量施足底肥, 化肥根据地方条件、生产水平按配方施肥的原则施入土中, 保证前期不徒长, 后期不早衰。

(上接第30页)

表 2. 各样本采用 4 种方法测定淀粉对比表

测定品种	酶法与碘液法			硫酸苯酚法			碘化钾容量法			硫酸比色法		
	平均值 $\bar{X}$	次数 n	标准差 S	平均值 $\bar{X}$	次数 n	标准差 S	平均值 $\bar{X}$	次数 n	标准差 S	平均值 $\bar{X}$	次数 n	标准差 S
皮 3	17.11	8	0.15	17.47	8	0.31	16.86	8	0.35	16.27	100	1.92
西青1号	15.08	8	0.31	15.53	8	0.37	15.67	8	0.34	15.67	46	1.58
西青10号	14.94	8	0.12	14.97	8	0.02	13.41	8	0.42	15.49	85	1.82
乌兰1号	15.11	8	0.10	15.61	8	0.01	15.00	8	0.48	15.55	61	1.80
伊薯1号	15.68	8	0.24	16.44	8	0.16	15.44	8	0.28	16.16	87	1.33
西青11号	15.20	8	0.11	17.15	8	0.21	16.11	8	0.23	16.55	59	1.73
西青9号	13.89	8	0.21	13.94	8	0.14	12.96	8	0.34	15.12	81	2.28