

荞麦淀粉酶水解工艺条件研究^{*}

张国权¹, 史一一¹, 魏益民^{1, 2}, 罗勤贵¹, 杜双奎¹, 秦清翠¹

(1 西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100;

2 中国农业科学院 农产品加工研究所, 北京 100094)

[摘 要] 为探索荞麦淀粉酶水解特性及工艺条件, 试验采用中温 α -淀粉酶、真菌 α -淀粉酶及其不同组合对荞麦淀粉进行水解, 并在水解温度、pH、底物浓度及酶用量等单因素试验的基础上进行了二次回归正交旋转试验, 确定了荞麦淀粉酶水解工艺条件。结果表明, 真菌 α -淀粉酶适用于荞麦淀粉水解, 其淀粉转化率和DE值均较高; 各因素对真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉影响程度大小依次为pH> 水解温度> 酶用量> 底物浓度; 真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的适宜工艺条件为: 水解温度54℃, pH 6.0, 底物浓度50 g/L, 酶用量100~130 U/g, 水解时间为75 min, 在此工艺条件下荞麦淀粉酶水解度为66.05%。

[关键词] 荞麦淀粉; 酶水解特性; 酶水解条件

[中图分类号] Q 539⁺. 1; Q 556⁺. 2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)09-0086-07

荞麦由于营养价值高, 对心脑血管病、糖尿病等具有一定的治疗和保健作用而倍受研究人员关注, 近年来对其籽粒及制品功能特性方面的研究已有许多报道^[1-2]。荞麦中含有700 g/kg左右的淀粉^[3], 但荞麦淀粉的开发与利用却长期被人们忽视。荞麦淀粉构成与谷物淀粉相似, 但其淀粉颗粒较小, 平均为5.8 μm , 稍大于大米淀粉粒, 明显小于玉米和小麦淀粉粒^[4-6]。淀粉糖品是食品工业的重要甜味剂, 也是酒精、有机酸发酵及有机化工等行业的基础原料, 是淀粉应用的重要方向之一。以玉米淀粉、小麦淀粉和马铃薯淀粉等为原料进行酶法液化、糖化的工艺研究报道已经很多^[7-8], 但尚未见荞麦淀粉酶水解的研究报道。考虑到淀粉水解程度直接受到淀粉种类和水解条件的影响, 为了得到较优的荞麦淀粉酶解工艺, 本试验选用中温 α -淀粉酶、真菌 α -淀粉酶及其组合对荞麦淀粉进行水解试验, 筛选出荞麦淀粉水解糖化的适用酶, 并在单因素试验的基础上, 通过二次正交旋转试验对适用酶的水解条件进行了优化, 以为荞麦及其淀粉的精深加工奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材 料

荞麦淀粉由宁夏泽发荞麦制品有限公司提供,

淀粉含量为72.45 g/kg; 中温 α -淀粉酶(Mesothermal- α -amylase, M)由北京奥博星公司生产, 活力为4 000 U/g; 真菌 α -淀粉酶(Fungal- α -amylase, F)由Novo公司生产, 实测酶活力为12 500 U/g。

1.2 荞麦淀粉水解

根据文献[9], 确定水解温度、水解时间、酶用量、pH、底物浓度为影响酶水解的主要因素。称取荞麦淀粉加适量水配制成淀粉乳液, 在YQ-PJ-68型自动糖化仪中90℃恒温水浴糊化30 min后, 调节pH, 并加CaCl₂使水解液Ca²⁺浓度为0.01 mol/L, 再加入淀粉酶溶液, 在要求的温度下进行水解反应, 每隔一段时间取5 mL水解液, 沸水浴5 min钝化酶终止反应, 离心后取上清液, 测定还原糖(葡萄糖)含量, 以葡萄糖含量(DE值)表示水解度。残渣加入体积分数10%乙醇洗涤后离心, 105℃烘至恒重, 计算淀粉转化率。

1.3 还原糖含量的测定

采用费林滴定法^[10-11]测定还原糖含量。

1.4 荞麦淀粉酶水解工艺条件的确定

1.4.1 荞麦淀粉水解酶的选择 选用中温 α -淀粉酶、真菌 α -淀粉酶及这两种酶的组合, 按表1设计方案和1.2中的水解方法进行荞麦淀粉的水解试验。

^{*} [收稿日期] 2006-06-13

[基金项目] 西北农林科技大学校重点科研项目(20030203085)

[作者简介] 张国权(1968-), 男, 天津蓟县人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事谷物品质及淀粉深加工研究。

[通讯作者] 魏益民(1957-), 男, 陕西咸阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事农产品质量与安全研究。

表1 荞麦淀粉酶水解条件

Table 1 Hydrolysis condition of buckwheat starch enzyme

中温 α -淀粉酶活力 真菌 α -淀粉酶活力 M F		中温 α -淀粉酶 添加量/(U $\cdot$ g $^{-1}$) Enzyme amount of M	真菌 α -淀粉酶 添加量/(U $\cdot$ g $^{-1}$) Enzyme amount of F	温度/ Temperature	pH	底物浓度/(g $\cdot$ L $^{-1}$) Substrate concentration
1	0	20	0	60	6.0	50
0	1	0	20	55	5.5	50
4	1	16	4	55	5.5	50
1	1	10	10	55	5.5	50
1	4	4	16	55	5.5	50

1.4.2 单因素试验 (1) 水解时间的确定。50 g/L 的荞麦淀粉乳液在pH 5.5、55、真菌 α -淀粉酶用量100 U/g、Ca²⁺浓度0.01 mol/L 的条件下分别水解30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 min, 测其DE 值。

(2) 水解温度的确定。50 g/L 的荞麦淀粉乳液于pH 5.5、真菌 α -淀粉酶用量100 U/g、Ca²⁺浓度0.01 mol/L 时, 在温度分别为45, 50, 55, 60, 65, 70 的条件下水解75 min, 测其DE 值。

(3) pH 值的确定。50 g/L 的荞麦淀粉乳液于55、真菌 α -淀粉酶用量100 U/g、Ca²⁺浓度0.01 mol/L 时, 分别在pH 值4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5 的条件下水解75 min, 测其DE 值。

(4) 底物浓度的确定。在pH 5.5、55、真菌 α -淀粉酶用量为100 U/g、Ca²⁺浓度为0.01 mol/L 的条件下, 分别对10, 30, 50, 70, 90, 110 g/L 的荞麦淀粉乳液水解75 min, 测其DE 值。

(5) 酶用量的确定。50 g/L 的荞麦淀粉乳液于pH 5.5、55、Ca²⁺浓度0.01 mol/L、真菌 α -淀粉酶用量分别为25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 U/g 的条件下水解75 min, 测其DE 值。

1.4.3 二次回归正交旋转试验 通过对单因素试验结果的分析, 选择温度、pH、底物浓度和酶用量4 个因素进行二次回归正交旋转组合设计, 以DE 值为评定指标, 试验因素水平编码见表2。

表2 荞麦淀粉酶水解二次回归正交旋转试验因素水平编码表

Table 2 Level and coding factors of regression revolving orthogonol test for buckwheat starch enzymetic hydrolysis

水平 Level	温度/ Temperature X ₁	pH X ₂	底物浓度/(g $\cdot$ L $^{-1}$) Substrate concentration X ₃	酶用量/(U $\cdot$ g $^{-1}$) Enzyme amount X ₄
+ 2	61	6.5	70	130
+ 1	58	6.0	60	115
0	55	5.5	50	100
- 1	52	5.5	40	85
- 2	49	4.5	30	70
Δ_j	3	0.5	10	15

1.5 数据分析

采用DPS 软件对试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 荞麦淀粉水解酶的选择

由图1 可以看出, 真菌 α -淀粉酶对荞麦淀粉的水解程度高于中温 α -淀粉酶, 两种淀粉酶组合中真菌 α -淀粉酶的比例越大, 荞麦淀粉的水解度越高。由图2 可知, 两种酶配合使用较单独使用时的转化率略高, 但转化率均超过99.5%。若以DE 值作为评定指标, 则可以确定真菌 α -淀粉酶为荞麦淀粉水解糖化的适宜用酶。

2.2 荞麦淀粉水解条件的确定

2.2.1 水解时间 由图3 可以看出, 前30 min 内荞麦淀粉的水解度迅速增加, 从30 min 到75 min 水解度增加缓慢, 75 min 以后水解度基本趋于稳定。这表明真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的时间为75 min。

2.2.2 温度 由图4 可以看出, 温度从45 升高到55, 荞麦淀粉的水解度升高, 当温度高于55 时, 随着温度的升高, 水解度急剧下降, 70 时水解度最低。这一现象与酶促反应的普遍规律吻合, 即温度升高时, 反应速度加快, 但超过其适宜温度范围时, 酶蛋白逐渐变性失活, 反应速度降低^[12]。表明真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的适宜温度为55。

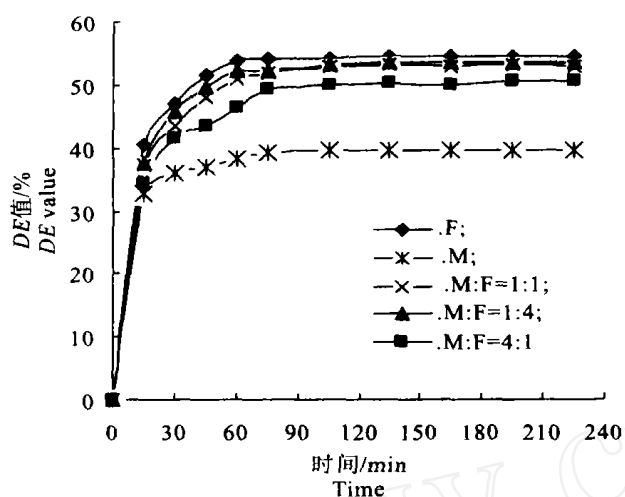


图1 不同淀粉酶及其配比对荞麦淀粉的水解曲线

Fig 1 DE value of buckwheat starch with different starch enzymes and their composition

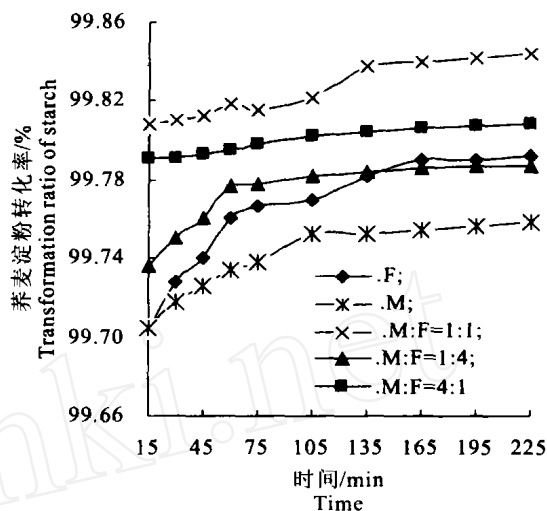


图2 不同淀粉酶及其配比水解荞麦淀粉的转化率曲线

Fig 2 Transformation curve of buckwheat starch enzymes and their compositions with different amylase and their compounding

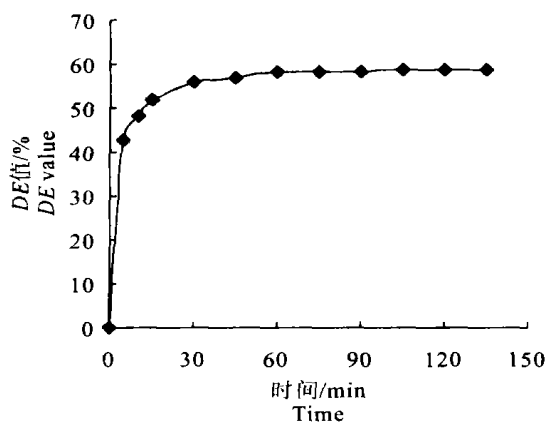


图3 真菌α-淀粉酶水解时间对荞麦淀粉水解度的影响

Fig 3 Effects of reaction time on the hydrolysis degree of fungal α -amylase to buckwheat starch

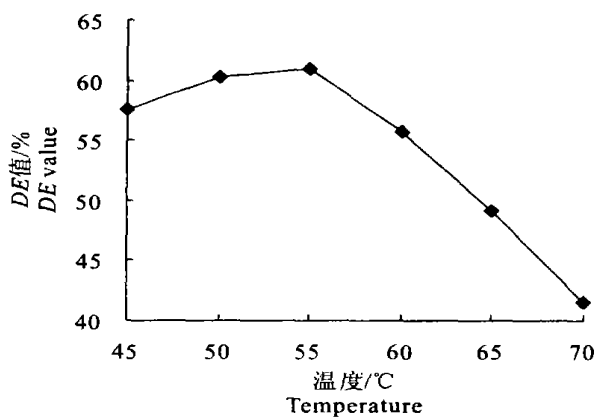


图4 温度对荞麦淀粉水解度的影响

Fig 4 Effects of reaction temperature on the hydrolysis degree of buckwheat starch

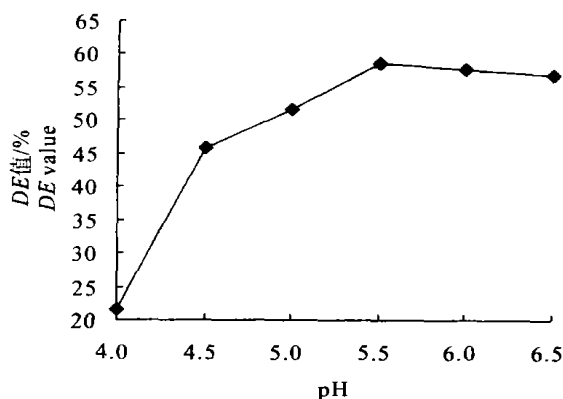


图5 pH 值对荞麦淀粉水解度的影响

Fig 5 Effect of pH value on the hydrolysis degree of buckwheat starch

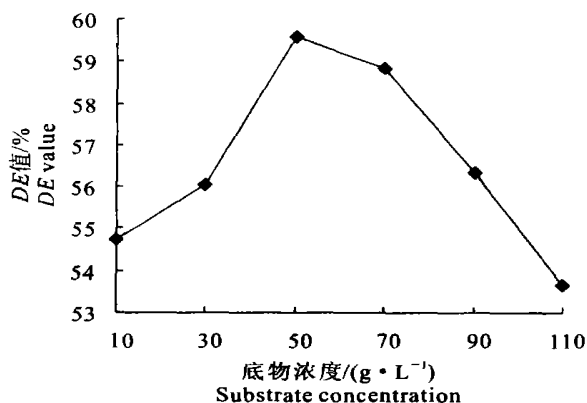


图6 底物浓度对荞麦淀粉水解度的影响

Fig 6 Effect of substrate concentration on the hydrolysis degree of buckwheat starch

2.2.3 pH 值 图5显示,当pH 值为5.5时,荞麦淀粉的水解度最大;当pH 大于5.5时,随着pH 值的升高,荞麦淀粉的水解度逐渐降低。这与酶的自身性质有关,即酶在一定的pH 值范围内表现出最大活力,pH 值过高或过低均会改变酶的活性中心构像,甚至改变整个酶分子的结构使其变性失活^[12]。结果表明,真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的适宜pH 为5.5。

2.2.4 底物浓度 由图6可知,当底物浓度为50 g/L 时,荞麦淀粉的水解度最高,以后随着底物浓度的升高,淀粉水解度降低。其原因可能是底物浓度较小时,酶与底物的接触机率较少,而当底物浓度过大时,又会导致底物分散不均匀,从而影响酶的催化效率及产物分子扩散,导致水解度降低。因此,本试验确定的真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的适宜底物浓度为50 g/L。

2.2.5 酶用量 图7结果表明,随着酶用量的增加,荞麦淀粉水解度呈两段增高趋势。荞麦淀粉水解度在酶用量为25~ 100 U/g 时,速度增加较快,在酶用量为100~ 175 U/g 时增加较为缓慢。从节约

酶用量和降低生产成本角度考虑,真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的适宜酶用量应为100 U/g。

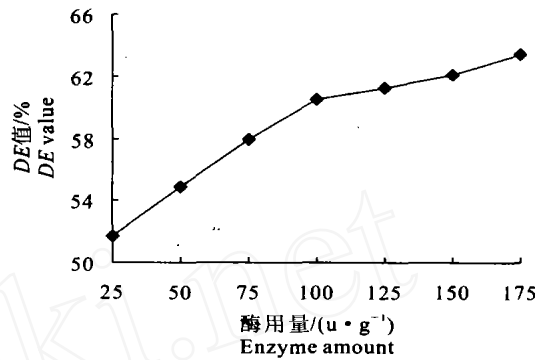


图7 酶用量对荞麦淀粉水解度的影响

Fig 7 Effects of enzyme amount on the hydrolysis degree of buckwheat starch

2.3 荞麦淀粉水解的二次回归正交旋转试验
二次回归正交旋转试验方案及结果见表3。用DPS 软件对试验数据进行回归分析,得模型为:
$$Y = 63.31 - 1.80X_1 + 2.55X_2 + 0.79X_4 - 1.44X_1^2 + 1.95X_1X_2 - 1.41X_2^2 - 0.27X_3^2 \quad (1)$$

表3 荞麦淀粉酶水解二次回归正交旋转组合设计试验方案及结果

Table 3 Scheme and results of regression orthogonal rotary design for buckwheat starch enzymatic hydrolysis

试验号 Num	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	DE/%	试验号 Num	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	DE/%	试验号 Num	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	DE/%
1	1	1	1	1	64.77	13	-1	-1	1	1	61.66	25	0	0	0	0	63.46
2	1	1	1	-1	64.30	14	-1	-1	1	-1	59.79	26	0	0	0	0	63.60
3	1	1	-1	1	63.90	15	-1	-1	-1	1	62.44	27	0	0	0	0	63.12
4	1	1	-1	-1	61.82	16	-1	-1	-1	-1	59.80	28	0	0	0	0	63.12
5	1	-1	1	1	54.64	17	-2	0	0	0	62.06	29	0	0	0	0	63.46
6	1	-1	1	-1	52.90	18	2	0	0	0	53.49	30	0	0	0	0	63.35
7	1	-1	-1	1	55.04	19	0	-2	0	0	61.16	31	0	0	0	0	63.22
8	1	-1	-1	-1	53.59	20	0	2	0	0	62.30	32	0	0	0	0	63.41
9	-1	1	1	1	62.45	21	0	0	-2	0	61.47	33	0	0	0	0	63.60
10	-1	1	1	-1	62.22	22	0	0	2	0	60.62	34	0	0	0	0	63.36
11	-1	1	-1	1	63.59	23	0	0	0	-2	64.50	35	0	0	0	0	63.45
12	-1	1	-1	-1	62.90	24	0	0	0	2	63.41	36	0	0	0	0	53.49

2.3.1 模型检验 回归方程的回归统计和方差分析结果见表4。

表4 荞麦淀粉酶水解回归方程的方差分析

Table 4 Regression variance analysis of buckwheat starch enzymatic hydrolysis regression equation

变异来源 Source of variation	自由度 df	方差 SS	均方 MS	F Value of F	显著水平P Significant level
回归 Regression	7	443.233 4	63.319 0	90.495 3	1.58E-17
剩余 Residual	28	19.591 45	0.699 7		
总和 Total	35	462.824 8			

注:复决定系数 $R^2 = 0.957 7$,相关系数 $R = 0.978 6$,Durbin-Watson 统计量 $D = 2.167 4$ 。

Note: Coefficient of determination $R^2 = 0.957 7$, coefficient of correlation $R = 0.978 6$, Durbin-Watson $D = 2.167 4$

回归方程方差分析结果表明, $F > F_{0.01}(7, 28) = 3.36$, 该数学模型在 0.01 水平显著; 复决定系数

$R^2=0.9577$, 表明该数学模型中4个因素对水解度的影响达95.77%, 而其他因素的影响和误差占4.23%, 即所选4个因子对真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉有显著影响; Durbin-Watson 统计量 $D=2.1674$, 与2.000接近, 表明水解试验无其他因素

的显著影响, 模型与实际情况拟合较好。
回归方程系数显著性检验结果见表5。由表5可知, 引入方程的各回归项系数均在不同程度上达显著水平, 即各回归项对荞麦淀粉水解均有不同程度的影响。

表5 荞麦淀粉酶水解回归方程系数的显著性检验

Table 5 Estimate value of coefficients in buckwheat starch enzymatic hydrolysis regression equation				
回归项 Regression	偏回归系数 Coefficients	标准误差 Standard error	t 检验值 t stat	显著水平P Significant level
常数项 Intercept	63.312 01	0.220 43	287.219	4.01E-50
X_1	-1.803 75	0.170 74	-10.564	2.83E-11
X_2	2.559 58	0.170 74	14.991	6.63E-15
X_4	0.788 75	0.170 74	4.619	7.85E-05
X_1X_1	-1.439 48	0.147 87	-9.735	1.74E-10
X_1X_2	1.946 9	0.209 12	9.310	4.55E-10
X_2X_2	-1.410 7	0.147 87	-9.540	2.69E-10
X_3X_3	-0.270 7	0.147 87	-1.831	0.077 783

2.3.2 模型解析 (1)主因素效应分析 由于经过线性变换, 偏回归系数已经标准化, 其绝对值大小可直接反映各因素对水解度的影响程度^[13]。由模型(1)可见, 各因素对荞麦淀粉水解度的影响顺序依次为pH> 温度> 酶用量> 底物浓度。为研究上述4个因素在模型中的作用, 现采用降维法进行分析, 即固定3个因素于零水平, 考虑另一因素不同取值时水解度变化的规律。由此可得各因素与水解度之间的效应方程为:

$$Y(X_1)=63.31-1.80X_1-1.44X_1^2$$

$$Y(X_2)=63.31+2.55X_2-1.41X_2^2$$

$$Y(X_3)=63.31-0.27X_3^2$$

$$Y(X_4)=63.31+0.79X_4$$

根据效应方程可作出各因素与水解度的关系图, 结果见图8。由图8可知, 在本试验的设计水平下, 温度、pH 和底物浓度效应曲线呈开口向下的抛物线形, 说明温度、pH 和底物浓度都有最适值, 远离这个最适值, 无论是增大还是减小都将导致水解度的下降; 酶用量效应曲线表明, 在试验范围内随着加酶量的增加, 水解度不断升高, 这与单因素研究结果吻合。

表6 温度与pH 交互效应对荞麦淀粉酶水解度的影响

Table 6 Interaction between temperature and pH on buckwheat starch enzymatic hydrolysis %					
温度水平 Temperature level	pH				
	- 2	- 1	0	1	2
2	35.47	46.15	54.01	59.06	61.28
1	45.48	54.22	60.14	63.23	63.51
0	52.62	59.41	63.38	64.53	62.86
- 1	56.88	61.72	63.74	62.95	59.33
- 2	58.26	61.15	61.23	58.48	52.92

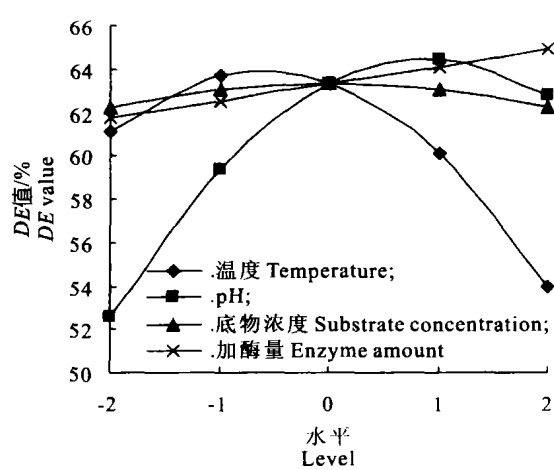


图8 荞麦淀粉酶水解单因素效应分析

Fig. 8 Single factor effect analysis of buckwheat starch enzymatic hydrolysis

(2)双因子交互效应分析 这里仅就对水解度影响显著的温度与pH 值的互作进行分析, 用“降维法”将另外2个因素固定为零水平, 导出的解析子模型为 $Y=63.31-1.80X_1+2.55X_2-1.44X_1^2+1.95X_1X_2-1.41X_2^2$, 将温度与pH 的不同取值水平代入方程计算其交互效应水解度, 结果列于表6。

表6表明,当底物浓度、酶用量、温度皆为0水平,pH值为+1水平(pH 6.0)时,荞麦淀粉的水解度最大,为64.53%;温度在2.1水平上时,水解度均随着pH值的降低而下降;温度在-1、-2水平上时,pH为0水平时的水解度最高,pH在-1、0水平,温度为-1水平时,水解度较高,无论温度高于还是低于此水平均会导致水解度下降;在pH值为

-2水平、温度+2水平时的水解度最低,仅为35.47%。采用响应曲面图(图9)能够更清楚地反映上述规律。从等高线图(图10)可以看出,水解度随温度和pH变化的趋势基本一致;随温度的变化趋势更明显,并且随温度的升高,水解度的变化越来越敏感。

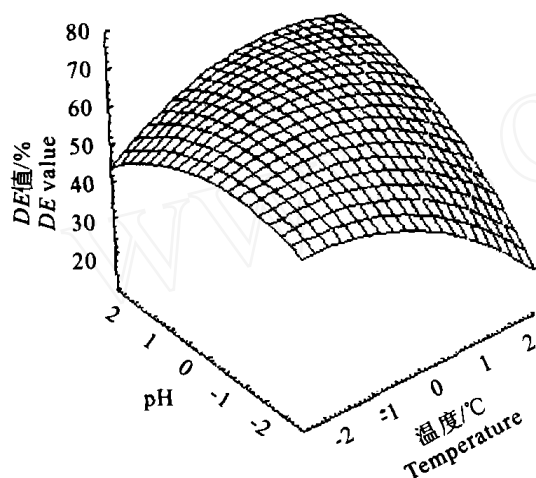


图9 温度和pH值对荞麦淀粉酶水解的交互作用响应曲面图

Fig 9 Surface response plot of interaction of temperature and pH value on buckwheat starch enzymatic hydrolysis degree

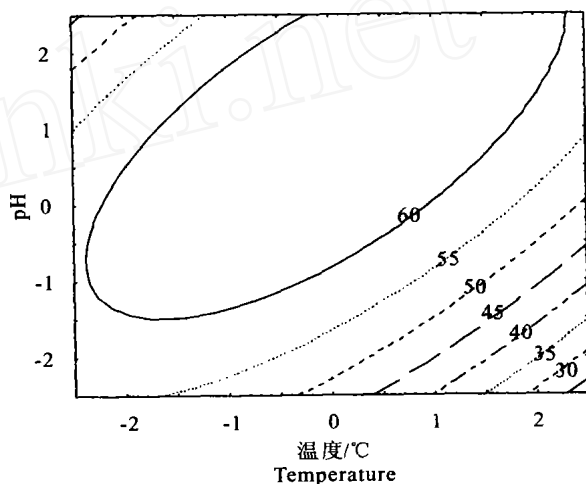


图10 温度和pH值对荞麦淀粉酶水解的交互作用等高线图

Fig 10 Contour figure of interaction of temperature and pH value on buckwheat starch enzymatic hydrolysis degree

(3) 荞麦淀粉水解条件的优化 用DPS软件对模型进行拟和,得到水解度达最大时的水解条件为: $X_1 = -0.0211$, $X_2 = 0.8928$, $X_3 = -0.0012$, $X_4 = 2.000$, $Y = 66.05\%$,即当温度为54℃、pH为6.0、底物浓度为50 g/L、真菌 α -淀粉酶用量为130 U/g时,DE值达到理论最大值66.05%。经实际检验在此最佳水解条件下荞麦淀粉的DE值为65.80%,与预测值基本符合。

3 结论

在荞麦淀粉水解过程中,真菌 α -淀粉酶和中温 α -淀粉酶配合使用时淀粉转化率较高,真菌 α -淀粉酶比中温 α -淀粉酶对荞麦淀粉的水解度高,且这两种酶的淀粉转化率均超过95%,在以DE值为评定指标时选择真菌 α -淀粉酶比较合适。真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的二次回归数学模型为 $Y = 63.31 -$

$1.80X_1 + 2.55X_2 + 0.79X_4 - 1.44X_1^2 + 1.95X_1X_2 - 1.41X_2^2 - 0.27X_3^2$,各因素对真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的影响大小依次为:pH>温度>酶用量>底物浓度。各因素对荞麦淀粉水解的影响规律与单因素试验结果一致。模型拟和结果表明,真菌 α -淀粉酶水解荞麦淀粉的适宜条件为温度54℃、pH 6.0、底物浓度50 g/L、真菌 α -淀粉酶用量130 U/g,在此条件下荞麦淀粉水解度为66.05%,与实际检测值基本符合。从降低生产成本和单因素试验结果考虑,加酶量选择100 U/g比较合适。试验采用的荞麦淀粉浓度为50 g/L,与一般淀粉液化糖化生产时的实际浓度相比还很低,这与荞麦淀粉糊化时吸水膨胀能力强和试验采用先糊化后液化的工艺条件有关,若采用耐高温淀粉酶糊化液化同时进行的方法,则有望提高淀粉乳浓度。

[参考文献]

- [1] 杜双奎,李志西,于修焯. 荞麦淀粉研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(2): 72-75
- [2] 尹礼国,钟耕,刘雄,等. 荞麦营养特性、生理功能和药用价值研究进展[J]. 粮食与油脂, 2002(5): 32-34
- [3] 魏益民. 荞麦品质与加工[M]. 西安: 世界图书出版公司, 1995
- [4] June Qian, Patricia Rayas-Duarte, Lina da Grant. Partial characterization of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch[J]. Cereal Chem, 1998, 75(3): 365-373
- [5] Li W, Lin R, Corke H. Physicochemical properties of common and tartary buckwheat starch[J]. Cereal Chem, 1997, 74(1): 79-82
- [6] Lorenz K, Dilsaver W, Collins F. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch physical-chemical properties and functional characteristics[J]. Starch, 1982, 34(7): 217-220
- [7] 覃红梅, 韦仕岩, 张家伟. 酶制剂在玉米生料发酵酒精生产中的应用研究[J]. 酿酒科技, 2002(5): 46-47
- [8] 刘汉文, 丁志香, 颜洪. 酶法小麦粗淀粉生产高麦芽糖浆工艺研究[J]. 食品科技, 1999(1): 34-35
- [9] William J L, Steven D B. Enzymatic production of protein hydrolysates for food use[J]. Food Technology, 1994(1): 71
- [10] 俞一夫. 粮油食品分析与检验[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1992
- [11] 姜文侠, 孙武岳. 还原糖和DE值的测定方法[J]. 食品研究与开发, 1997, 18(2): 58-61
- [12] 张洪渊. 生物化学教程[M]. 成都: 四川大学出版社, 1988: 40-41
- [13] 袁志发, 周静芊. 试验设计与分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000

Study on enzymatic hydrolysis conditions of buckwheat starch with amylase

ZHANG Guo-quan¹, SHI Yi-yi¹, WEI Yin-in^{1,2*}, LUO Qin-gui¹, DU Shuang-kui¹, QIN Qing-cui¹

(1 College of Food Science & Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Institute of Agricultural Products Processing, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract: To study enzymatic hydrolysis conditions and the characteristics in buckwheat starch processing, mesothermal- α -amylase, fungal- α -amylase and their compounding with different proportions were used to hydrolyze buckwheat starch respectively. Single factor experiment and the regression revolving orthogonal test were adopted to study the effect of temperature, enzyme amount, pH and substrate concentration on hydrolysis. The results show that, the fungal- α -amylase was the optimal amylase for its higher starch transformation ratio and DE value. The contribution of four factors to DE value were pH, hydrolysis temperature, enzyme amount and substrate concentration in turn. The optimal conditions of buckwheat starch hydrolysis with fungal- α -amylase were at the temperature 54 °C, pH 6.0, substrate concentration 50 g/L, enzyme amount 100-130 U/g, and hydrolysis time was 75 min. With this optimal condition, the hydrolysis degree of buckwheat starch was 66.05%.

Key words: buckwheat starch; enzymatic hydrolysis characteristics; enzymatic hydrolysis condition