

# BROMATOLOGÍA

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

LICENCIATURA EN CIENCIAS QUÍMICAS

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

2007

### PRECAUCIONES EN EL LABORATORIO

1. Mantenga limpio el sitio de trabajo.
2. **NO FUME, COMA NI BEBA EN EL LABORATORIO.**
3. Conozca la ubicación del extinguidor de incendios y manta no inflamable más cercanos a su sitio de trabajo. **AVERIGÜE COMO SE UTILIZAN.**
4. **NO TRASVASE LÍQUIDOS INFLAMABLES SI HAY MECHEROS ENCENDIDOS CERCA.** Los solventes no deben colocarse en vasos de precipitados.
5. Al calentar solventes inflamables en pequeña cantidad, utilizo un baño maría con el mechero apagado.
6. Al mezclar o calentar sustancias evite que la boca del recipiente esté dirigida hacia el rostro
7. Extreme las precauciones cuando use **ETER ETÍLICO.**
8. No caliente sistemas cerrados.
9. Las recristalizaciones se harán en un tubo, erlenmeyer o balón, nunca en un vaso de precipitados.
10. Cuide que las uniones esmeriladas estén limpias. Es conveniente cargar los balones con un embudo (líquidos) o proteger el esmerilado con papel satinado (sólidos).
11. Cuando deba desmenuzar o despegar sustancias del fondo de un recipiente de vidrio, use una espátula flexible (no una varilla de vidrio), apoyando el recipiente sobre la mesada.
12. Cuando deba introducir un tubo de vidrio en un tapón, tome el tubo con un repasador cerca del tapón. No presione los tubos acodados cerca del sitio doblado.
13. Use soportes que se apoyen bien en la mesa y controle especialmente los aparatos con centro de gravedad alto.
14. Retire los capilares usados de los baños de punto de fusión. Nunca enfríe con agua los baños de punto de fusión.
15. Evite que caigan papeles, vidrios y todo tipo de material en las piletas.
16. **LOS SOLVENTES ORGANICOS PERFORAN LAS PILETAS, DESÉCHELOS EN LOS RECIPIENTES DESTINADOS A TAL FIN.**
17. **NUNCA TIRE SOLUCIONES BÁSICAS EN LOS RECIPIENTES DESTINADOS AL DESCARTE DE SOLVENTES.**

## INTERROGATORIOS INICIALES

### Productos cárneos

Definición de carne. Nociones sobre composición de chacinados y embutidos frescos. Constituyentes del músculo. Transformaciones bioquímicas del músculo post-mortem. Estado de rigor mortis. Cambios químicos por proliferación bacteriana. Ensayos físicos y químicos del estado higiénico. Fundamento de todas las determinaciones incluidas en la guía de T.P. Normas de higiene y seguridad a tener en cuenta durante la práctica. Legislación argentina.  
Muestra: Traer muestra suficiente para análisis por duplicado (consultar sobre marcas y tipos).

---

### Harina

Nociones sobre estructura y composición del grano de trigo. Procesamiento y molienda del grano. Composición de la harina. Influencia del procesamiento del grano en su composición. Grado de extracción. Tipificación de harinas.  
Definición de fibra cruda y dietaria. Fundamentos del método de fibra insoluble en detergente neutro.  
Almidón. Características generales, composición. Tipos de almidón. Gelatinización, gelificación y retrogradación.  
Fundamento de las técnicas analíticas incluidas en la guía de T.P. Normas de higiene y seguridad a tener en cuenta durante la práctica. Legislación argentina.  
Muestra: la provee la cátedra.

---

### Leche

Definición. Composición química y propiedades físicas. Valor nutritivo. Relación entre acidez y pH.  
Fundamento de todas las determinaciones incluidas en la guía de T.P. y del método gravimétrico para grasas (Rosse-Gottlieb). Normas de higiene y seguridad a tener en cuenta durante la práctica. Evaluación de resultados y conclusiones sobre genuinidad y estado higiénico. Evidencias o conjeturas sobre adulteraciones.  
Legislación argentina.  
Muestra: Traer muestra suficiente para análisis por duplicado (consultar sobre marcas y tipos).

---

### Productos azucarados

Miel. Características generales. Composición.  
Métodos de valoración químicos de hidratos de carbono (Munson y Walker, iodometría) y físicos (polarimetría y refractometría). Fundamento de las técnicas incluidas en la guía de T.P. Normas de higiene y seguridad a tener en cuenta durante la práctica.  
Legislación argentina.  
Muestra: la provee la cátedra.

## MODELO DE INFORME

Informe N°  
Fecha de entrega:  
Nombre y apellido:

### NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Muestra analizada.....  
Identificación (marca, lote):.....  
Características:.....

### DETERMINACIONES REALIZADAS:

- a) Nombre de la determinación ( referencia de la metodología)  
Resultado obtenido
- b) , c) ... Nombre de la determinación ( referencia de la metodología)  
Resultado obtenido

### CONCLUSIONES

- a) Código Alimentario Argentino  
Registrar las especificaciones de esta norma respecto de determinaciones físico químicas para este tipo de alimento (o el más parecido). Comparar con los resultados obtenidos.
- b) En caso de contar con el rotulado,  
Copiar los valores dados en el rotulado nutricional y comparar con los resultados obtenidos.

---

### ANEXO DE DATOS DE LABORATORIO

### DETERMINACIONES REALIZADAS

- a) Nombre de la determinación  
Datos de laboratorio (masa de muestra, pesadas, diluciones, etc.)  
Resultado obtenido
- b), c) ... Nombre de la determinación  
Datos de laboratorio (masa de muestra, pesadas, diluciones, etc.)  
Resultado obtenido

### OBSERVACIONES

## LECHE

El Código Alimentario Argentino vigente, define con el nombre de "leche", sin calificativo alguno, al producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación, proveniente de tambos inscriptos y habilitados y sin aditivos de ninguna especie (CAA, Art. 554).

La leche proveniente de otros animales deberá denominarse con el nombre de la especie productora.

### Finalidad del análisis

Las determinaciones que se realizan comúnmente en el análisis químico de la leche, permiten comprobar si sus valores responden a los característicos de composición genuina, poner al descubierto alteraciones y adulteraciones o fraudes e indicar (entre ciertos límites) el estado de conservación.

Un examen rutinario incluye frecuentemente las determinaciones de densidad, grasa, sólidos totales, acidez, descenso crioscópico, estimación del grado de contaminación (ensayos de azul de metileno o resazurina).

### Preparación de la muestra (AOAC 925.21, 1990)

Antes de tomar porciones para el análisis, llevar la muestra a aproximadamente 20°C y mezclar por trasvase a otro recipiente limpio, repitiendo la operación hasta asegurar una muestra homogénea. Si no han desaparecido los grumos de crema, entibiar la muestra en baño de agua hasta casi 38 °C, mezclar y luego enfriar a 15-20 °C. En caso de tener que medir un volumen para alguna determinación, llevar la muestra a esa temperatura antes de pipetear.

### Densidad

Puede determinarse con balanza hidrostática, picnómetro o lactodensímetro, a la temperatura de 15 °C.

### Determinación de densidad con lactodensímetro (AOAC 925.22, 1990)

Se vierte la leche preparada para el análisis, en un recipiente cilíndrico, evitando formación de espuma e incorporación de aire. Introducir el lactodensímetro de modo que ocupe la parte central del líquido, se espera a que alcance el nivel correspondiente y luego se lee la densidad cuidando que la visual enrarse con la superficie libre de la leche. Leer la temperatura.

Un tipo difundido de lactodensímetro, es el Quevenne, cuyo vástago con escala graduada comprende valores entre 15 y 40 que corresponden a las milésimas de densidad por encima de la unidad, es decir, que el número 32 del lactodensímetro indica la densidad 1,032.

El instrumento está calibrado a 15 °C y a esa temperatura, por lo tanto, el número leído representa la densidad de la leche. A temperaturas diferentes, debe recurrirse a tablas especiales de corrección.

Cuando la discrepancia con respecto a los 15 °C no es mucha (no más de  $\pm 5$  °C), se puede obtener la corrección sumando o restando 0,0002 a la densidad hallada, o bien 0,2 a

los grados leídos en el lactodensímetro, por cada grado de temperatura respectivamente superior o inferior a 15°.

### **Extracto seco (Sólidos totales) (AOAC, 925.23, 1990)**

Lo constituye el residuo remanente de la evaporación de las materias volátiles de la leche a la temperatura de ebullición del agua.

A un cristizador de diámetro no menor de 5 cm se agrega arena calcinada de manera que quede una capa delgada en el fondo del mismo. El conjunto se seca en estufa a 100 °C durante 1 hora, se enfría y tara, luego se agregan al cristizador 5 ml de leche, exactamente medidos, y se pesa nuevamente. Evaporar en baño de agua hirviente durante 10-15 min., exponiendo a la acción del vapor la máxima superficie posible del fondo del recipiente. Colocar luego en estufa de 98-100 °C, secando hasta constancia de peso. En todos los casos enfriar en desecador y pesar rápidamente. Referir el residuo a % en volumen de muestra, informándolo como "sólidos totales".

### **Materia grasa**

#### **Método de Gerber (CAA, Tomo II, 13-8, 1989)**

Este método volumétrico, muy difundido en el control de rutina de leche, en especial, y de productos lácteos en general, consiste en la separación de la materia grasa por disolución en ácido sulfúrico de todos los componentes, seguida por centrifugación en tubos especialmente calibrados.

El método emplea también alcohol amílico, que ayuda a romper la emulsión de las grasas y previene la carbonización de las mismas.

#### **Reactivos:**

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para Gerber (dens. 1,813-1,817 a 20 - aprox. 90 %)
- Alcohol amílico puro (dens. 0,809-0,813 a 20°), libre de grasa, comprobado por un ensayo en blanco.

Medir con pipeta 11 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para Gerber e introducirlos en el butirómetro evitando mojar las paredes internas del cuello. Luego, agregar con rapidez 11,0 ml de leche con pipeta aforada, cuidando que forme un estrato encima del ácido y no se mezcle con él, e inmediatamente agregar 1 ml de alcohol amílico. Se tapa el butirómetro con el tapón especial correspondiente y se agita en forma efectiva pero con cuidado (\*), teniendo en cuenta que se produce una fuerte elevación de la temperatura. Se coloca el butirómetro en un baño de agua a 65-70 °C por 5-10 min. (con el tapón hacia abajo). Retirado del baño, se seca exteriormente y se centrifuga 3-5 min.. La centrifuga consiste en un plato chato en el cual, mediante tubos metálicos, se adaptan los butirómetros dispuestos de forma tal que los tapones de cierre queden dirigidos hacia afuera y la porción graduada hacia el eje de la centrifuga. Se vuelve al baño de agua por 4-5 min., se lee inmediatamente el espesor de la capa de grasa acumulada en la parte superior calibrada del butirómetro. Por ajuste adecuado del tapón de cierre, se puede hacer coincidir la base de la columna de grasa con el cero de la escala. Leyendo a la altura del menisco de la columna de grasa, se obtiene directamente el % de grasa de leche. Si no es posible ajustar la superficie inferior de la columna de grasa a cero, se ajusta a la marca de % completo más próxima, y se tiene en cuenta al efectuar la lectura del menisco superior.

La lectura del butirómetro corresponde a % g de grasa por 100 cm<sup>3</sup> de leche.

Si se verificara aguado en la leche analizada, deberá recalcularse el % de grasa para determinar si existe desgrasado respecto del tenor graso especificado en el CAA para la leche analizada.

(\*) Para proteger la mano del calor que se desprende, conviene tomar el butirómetro con un trapo, sujetando con el dedo pulgar el tapón de goma, con firme presión. Los tres líquidos del interior se mezclan volteando varias veces el butirómetro. En algunos casos, se forman coágulos albuminoides que persisten; los mismos se eliminan agitando (siempre con precaución) fuertemente, después de un tiempo prudencial.

Nota 1: Siendo dificultosa la separación de los glóbulos pequeños de grasa en leches "homogeneizadas", se recomienda volver a centrifugar después de calentar en baño de 65-70 °C, procediendo así hasta que la lectura alcance un máximo.

Nota 2: Se recomienda la realización de éste ensayo por duplicado simultáneo, sirviendo cada butirómetro como mutuo contrapeso para el equilibrio de la centrífuga.

#### **Extracto seco no graso** (CAA, Tomo II, 13.9, 1989)

Se determina por diferencia de los valores porcentuales de extracto seco y de grasa, obtenidos anteriormente (a la hora de calcular esta diferencia tener en cuenta que las unidades del extracto seco y de grasa sean coherentes).

El valor del extracto seco no graso (ESNG) constituye un valor bastante constante para todas las leches, debido a que dentro del conjunto de sustancias que forman el extracto seco total, el tenor graso es el más variable.

Si el valor de % ESNG hallado resultara inferior al especificado en el CAA, deberá calcularse el % de aguado como:

$$\% \text{ de aguado} = 100 * \frac{(\% \text{ESNG}_{\text{CAA}} - \% \text{ESNG})}{\% \text{ESNG}_{\text{CAA}}}$$

#### **Acidez** (AOAC, 947.05, 1990)

La leche fresca, en estado normal, no contiene prácticamente ácido láctico. Al determinarse la acidez total, el gasto de álcali es debido al CO<sub>2</sub> disuelto, fosfatos ácidos, proteínas (principalmente caseína), y citratos ácidos contenidos en la leche. El ácido láctico producido durante el "agriado", se debe fundamentalmente a la acción de microorganismos del tipo de los estreptococos lácticos, sobre la lactosa.

Reactivos :

- Solución de NaOH 0,1 N valorada.
- Solución de fenolftaleína 0,5 % en etanol 95 %.

Medir con pipeta aforada, 10,0 ml de muestra y colocarlos en una cápsula de porcelana. Añadir 1 ml de fenolftaleína. Titular con bureta de 10,0 ml con NaOH 0,1 N hasta aparición de color rosa débil persistente (utilizar como contraste el interior blanco de la cápsula).

Los resultados se expresan en ácido láctico % de muestra (p/v).

1 ml de NaOH 0,1 N = 0,0090 g de ácido láctico.

Para expresar la acidez en grados Dornic (forma corriente en la industria láctea), se multiplica por 100 el resultado anterior.

Si se verificara agüado en la leche analizada, deberá recalcularse la acidez para comparar con la especificación del CAA para este parámetro.

### **Ensayo de azul de metileno** (Egan H., Kirk R., Sawyer R., 1987)

Sirve entre ciertos límites, para indicar el grado de conservación y pureza de la leche, usando una prueba química para sustituir o completar el examen bacteriológico, siendo éste ensayo considerado como una medida de la contaminación bacteriana.

En un tubo de ensayo (ancho), se vierten 40 ml de leche y 1 ml de azul de metileno. El tubo de ensayo se mantiene a 38-40°C y, para evitar el contacto con el aire durante el ensayo, deberá colocarse un tapón de algodón.

Obsérvese el tiempo necesario para obtener la decoloración, haciendo caso omiso de lo que ocurre en la capa superior de leche contenida en el tubo. En base a ese tiempo se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- 1- leche muy mala : si no conserva el color más de 20 min.
- 2- leche mala : si conserva el color de 20 min. a 2 hs.
- 3- leche mediocre : si conserva el color de 2 hs. a 5 1/2 hs.
- 4- leche buena : si conserva el color por más de 5 1/2 hs.

### **Determinación de pH** (CAA, Tomo II, 13.10,1989)

Se medirá el pH con pH-metro. Se realiza la calibración del equipo por medio de buffers adecuados (pH 4,00 - 7,00), y luego se procede directamente a la medición del valor de pH correspondiente a la muestra en estudio. (Consultar al personal docente para el uso del equipo).



Butirómetro de Gerber para Leche



Lectura del Butirómetro  
(g grasa / 100 cm<sup>3</sup> de leche)

## PRODUCTOS CARNEOS

### Finalidad del análisis

El examen veterinario y bacteriológico de las carnes y derivados, es irremplazable, y resulta de fundamental importancia para apreciar el estado higiénico de las mismas, siendo completado por la realización de algunos exámenes físico y químicos.

Para carnes, el análisis químico total no tiene interés habitualmente en la práctica. Sin embargo, en el caso de productos cárneos tales como los chacinados, el análisis químico permite controlar el cumplimiento de las disposiciones alimentarias vigentes y, por otra parte poner al descubierto determinados fraudes o adulteraciones.

Para los chacinados frescos resultan de interés las determinaciones del contenido en agua, grasas, nitrógeno total, cenizas, sal y almidón; pudiendo necesitarse llevar a cabo, también, test para otros posibles ingredientes como colorantes, conservadores, etc.

En la realización del presente trabajo práctico se realizará la determinación de nitrógeno básico volátil (el primer día), importante para apreciar el estado higiénico. También se determinarán el contenido en agua, materias grasas y nitrógeno total.

### Preparación de la muestra (AOAC, 983.18,1990)

En el caso de salchichas y otros embutidos se analiza el contenido sin la piel (para ello se retira el material que interesa con una cuchara, tratando de no tocarlo con las manos). La masa del embutido es picada a máquina, como mínimo dos veces, y luego mezclada rápidamente en un mortero. Si el producto ya es una pasta mezclar bien en un mortero o recipiente apropiado (se pueden utilizar homogeneizadores rotatorios como los "starmix", "multimix" y tipos parecidos. En estos casos evitar que a causa de la gran velocidad se origine el calentamiento de la muestra). Será necesario disponer de una cantidad de muestra preparada, igual al total necesario para efectuar todas las determinaciones por duplicado. Normalmente con 100-150 g es suficiente para los ensayos, pero la composición de algunos productos cárneos no es homogénea, y aún esa cantidad puede no garantizar un buen resultado medio. Resulta obvia la importancia de una homogeneización lo más completa posible para evitar errores analíticos. La muestra preparada se guarda en envases herméticos y en lugar fresco; o bien se separa una parte para determinar la humedad y el resto se deseca, se muele y se guarda para otras determinaciones.

### Nitrógeno básico volátil (Pearson D., 7.2, 1993)

Reactivos :

- MgO puro.
- Agente antiespumante (puede ser alcohol octílico o un antiespumante siliconado).
- Solución de ácido bórico al 2 %
- Indicador combinado : 0,016 % rojo de metilo y 0,083 % verde de bromocresol en alcohol.
- Solución de  $H_2SO_4$  0,02 N valorado.

Procedimiento:

Antes de comenzar a realizar la determinación, asegúrese de tener disponible un equipo de destilación. Consulte con un docente acerca de su armado.

Colóquense en un balón (macro) de Kjeldahl 10 a 15 g de muestra preparada y agréguese 2 g de MgO, 300 ml de agua destilada, unas gotas de antiespumante y unos trozos de porcelana porosa o piedra pómez. Instalar **inmediatamente** el balón de Kjeldahl en el aparato de destilación apropiado.

A un matraz de Erlenmeyer de 500 ml se añaden 50 ml de solución de ácido bórico al 2 % y 12 gotas del indicador.

Conectar el aparato y colocar el Erlenmeyer receptor de tal manera que la punta o extremo del refrigerante quede sumergida en la solución de ácido bórico. Calíntese el balón de Kjeldahl de manera tal que el líquido contenido entre en ebullición en exactamente 10 min. Destilar durante 25 min. (exactos), manteniendo la misma intensidad de calentamiento. Enjuagar el refrigerante con agua destilada, recogiendo también en el matraz de Erlenmeyer, Titular el destilado con el ácido sulfúrico 0,02 N.

Expresar el resultado como mg de NBV por 100 g de muestra.

#### **Determinación de agua** (AOAC, 950.46-A, 1990)

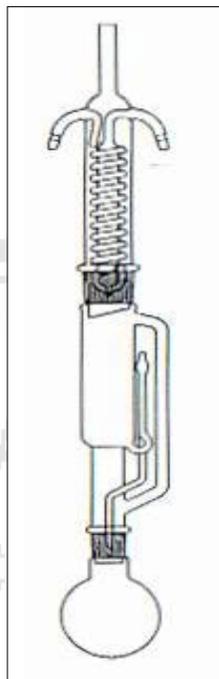
Preparar un cristalizador de paredes altas y de 5-6 cm de diámetro, forrándolo interiormente con papel "aluminio". Agregar aproximadamente 12 g de arena calcinada y una varilla de vidrio corta. Tarar el conjunto. Pesar 3-4 g de muestra preparada, añadir 5 ml de alcohol etílico 95°, mezclando totalmente y extendiendo sobre la base del cristalizador en forma de capa fina. Realizar un presecado en baño María hasta evaporación del etanol (demanda aprox. 20 min.). Llevar a estufa de vacío a 100-105 °C durante 2 hs. Enfriar en desecador y pesar, continuando luego el secado por períodos de 30 min. hasta peso constante.

#### **Determinación de grasas** (AOAC, 985.15, 1990)

Transferir cuantitativamente el contenido del cristalizador utilizado en la determinación de agua, a un cartucho de celulosa. Al realizar esta operación es conveniente perforar con la varilla el papel "aluminio" o instalarlo en el cartucho de tal manera que permita la circulación y drenaje continuo del solvente en el cartucho de celulosa. Cubrir con un poco de algodón y colocar en el cuerpo del extractor Soxhlet.

En el balón de extracción colocar 2 o 3 piedras pómez chicas y cargar el cuerpo del extractor una vez y media con éter etílico anhidro (ver esquema adjunto). Extraer durante 4 hs. como mínimo, calentando con una intensidad tal que se logre una condensación de 5-6 gotas por segundo.

Una vez finalizada la extracción destilar la mayor parte del éter a baño María, recuperándolo. Pasar luego el extracto a un Erlenmeyer chico tarado, con la ayuda de un poco de éter. Evaporar en rotavap (en campana) y secar a 100 °C durante 30 min. Enfriar y pesar. Referir el dato a % de muestra.



**Extractor Soxhlet**

**Proteínas totales** (Método de Kjeldahl-Arnold-Gunning, A.O.A.C., 928.08, 1990).

Reactivos :

- $K_2SO_4$  p.a. ó  $Na_2SO_4$  p.a.
- $CuSO_4$  p.a. (puede usarse  $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ )
- $H_2SO_4$  concentrado.
- Solución  $H_2SO_4$  0,1 N valorado.
- Solución concentrada de NaOH (40 o 45 %).
- Solución NaOH 0,1 N valorada.
- Solución de rojo de metilo en etanol (0,5 % p/v).

Pesar 0.5-0.75 g de muestra (de acuerdo al contenido estimado de nitrógeno) en un pequeño trozo de papel satinado. Envolverla y dejarla caer en un tubo de digestión de Kjeldahl. Agregar 6 g de  $Na_2SO_4$ , 0.3 g de  $CuSO_4$  (aproximadamente 0.8 g  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) y 12 ml de  $H_2SO_4$  concentrado. Consulte con un docente y siga las instrucciones del equipo para digerir la muestra.

Dejar enfriar el tubo de digestión a temperatura ambiente y agregar aproximadamente 20 ml de agua (¡cuidado con la violencia de la reacción!). Por otra parte, colocar exactamente 50,0 ml de  $H_2SO_4$  0,1 N valorado en un erlenmeyer de 500 ml y agregar 4 ó 5 gotas de rojo de metilo antes de iniciar la destilación. Consulte con un docente y siga las instrucciones del equipo de destilación.

Factores para la conversión de N a proteína

- Carne: 6,25 (es el más empleado si se desconoce la procedencia de la proteína)
- Leche: 6,38
- Gelatina: 5,55
- Trigo y vegetales en general: 5,7
- Arroz: 5,85
- Huevos: 6,68



## HARINAS

Según el Código Alimentario Argentino (Art. 661), se entiende por harina sin otro calificativo, al producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo que responda a las exigencias de éste. Las harinas tipificadas comercialmente con los calificativos: cuatro ceros (0000), tres ceros (000), dos ceros (00), cero (0), medio cero ( $\frac{1}{2}$  0), harinilla de primera y harinilla de segunda, corresponden a los productos que se obtienen de la molienda gradual y metódica del endospermo en cantidad de 70-80 % del grano limpio.

El análisis de rutina puede incluir la determinación de humedad, cenizas, tiza agregada,  $\text{SO}_2$  (excepto en harina integral), grasa, proteínas, acidez, Fe, tiamina, ácido nicotínico, mejoradores, agentes blanqueadores y examen microscópico. Industrialmente interesan otro tipo de análisis, por ejemplo, gluten, ensayos físico-mecánicos sobre la masa obtenida de la harina, determinación del tamaño de la partícula, actividad diastásica, color y el "filth test" (búsqueda de pelos de roedores y restos de insectos).

### Preparación de la muestra

Antes de tomar muestra para análisis, invertir y girar alternativamente el recipiente para asegurar una mezcla homogénea. Evitar temperaturas y humedades extremas cuando se abre el frasco. Mantenerlo herméticamente cerrado en todo otro momento.

**Humedad** (Método indirecto: A.O.A.C., 925.10, 1990; Método oficial de la Junta Nacional de Granos).

Pesar exactamente alrededor de 2 g de muestra en pesafiltro con tapa, previamente calentado a  $130 \pm 3$  °C, enfriado a temperatura ambiente en desecador y pesado. Destapar el pesafiltro y secarlo con su contenido y la tapa 1 hora en estufa provista de abertura de ventilación a  $130 \pm 3$  °C (**el período de secado de 1 hora comienza cuando la temperatura de la estufa es realmente 130°C**). Cubrir el pesafiltro dentro de la estufa, pasar a desecador, destapar allí y pesar tapado en cuanto llegue a temperatura ambiente.

Informar la pérdida de peso como % de humedad.

Nota: es importante que se respete el tiempo de 1 hora y que durante el mismo NO SE ABRA LA ESTUFA.

### Cenizas

Se consideran como tal el residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica, generalmente a 500-550 °C. Su composición rara vez corresponde a la de las materias minerales del producto debido a pérdidas por volatilización, descomposición e interacción entre constituyentes.

El porcentaje de cenizas de la harina es un índice del grado de molienda, es decir, de la perfección lograda en la separación de salvado y germen del endosperma.

Método directo ( A.O.A.C., 923.03, 1990).

Pesar exactamente de 3 a 5 g de muestra bien mezclada en una cápsula de 6 cm de diámetro, previamente calcinada hasta peso constante en mufla a 550°C (en el laboratorio se utilizará 700°C, para harinas). Incinerar sobre tela de amianto hasta carbonización y luego en mufla a 550°C. Enfriar en desecador y pesar tan pronto alcance la temperatura ambiente. Repetir la operación hasta llegar a peso constante.

El resultado se expresa en % de sustancia seca.

Nota 1: Si las cenizas quedan con trazas de carbón, humedecerlas con 3-5 gotas de agua, romper las partículas de carbón con una varilla de punta chata, enjuagarla y evaporar cuidadosamente a sequedad sobre un triángulo colocado sobre la tela metálica, antes de calcar.

Nota 2: Esta determinación debe realizarse por duplicado. Para informar considerar ambos duplicados y evaluar la reproducibilidad (el error relativo debe ser menor del 3%).

**Fibra insoluble en detergente neutro** (Journal of the A.O.A.C., 50(1): 50-55 (1967); AOAC, 920.86, 1990)

Reactivos:

- Solución de detergente neutro (dodecil sulfato de sodio, EDTA, etilenglicol, buffer de pH 6,9-7,1)
- Antiespumante
- Acetona
- Sulfito de sodio anhidro

Pesar exactamente 0,5-1,0 g de muestra y transferirla a un Erlenmeyer de 250 ml esmerilado. Agregar en el siguiente orden, 100 ml de solución de detergente neutro, 10 gotas de antiespumante y 0,5 g de sulfito de sodio. Conectar al condensador y calentar de manera tal que entre en ebullición en 5-10 min.. Cuando la solución entró en ebullición, reducir el calentamiento para evitar la formación de espuma. Hervir exactamente 60 min. (contar el tiempo a partir del momento en que comenzó la ebullición), agitando periódicamente para suspender los sólidos adheridos a las paredes. Filtrar inmediatamente a través de un crisol de vidrio de poro grueso previamente tarado, aplicando vacío en forma suave, lavar el Erlenmeyer con un mínimo de agua caliente (80-90 °C), volcar en el crisol y succionar hasta casi sequedad. Repetir el lavado con agua caliente dos veces más. Luego lavar dos veces con acetona (aproximadamente 5 ml por vez) y succionar hasta sequedad. Secar el crisol en estufa a 100 °C durante 8 horas o toda la noche.

Calcar durante 3 horas a 500-550 °C, enfriar en desecador y pesar. La diferencia de peso obtenida se refiere a porcentaje de muestra y se consigna como fibra insoluble en detergente neutro.

Nota 1: Esta determinación no se realizará sobre harina de trigo. Solicitar la muestra correspondiente al personal docente.

Nota 2: Debido a inconvenientes de orden práctico, en el laboratorio no se realizará la etapa de calcinación. El resultado se informará como el peso obtenido, referido a 100, luego del secado a 100 °C.

### Fibra insoluble en detergente neutro (modificación: tratamiento con amilasa)

#### Reactivos:

- Solución de detergente neutro (dodecil sulfato de sodio, ácido etilendiamitetraacético (EDTA), trietilenglicol, buffer de pH 6,9-7,1)
- Acetona
- $\alpha$ -amilasa estable al calor
- Agua destilada en ebullición

Pesar exactamente 0,5-1,0 g de muestra **perfectamente molida** y transferirla a un Erlenmeyer de 250 ml esmerilado. Agregar 100 ml de solución de detergente neutro y 0,2 ml de amilasa. Conectar al condensador y calentar de manera tal que entre en ebullición dentro de los 5 min de haber comenzado el calentamiento. Cuando la solución entró en ebullición, reducir el calentamiento para evitar la formación de espuma. Hervir exactamente 60 min. (contar el tiempo a partir del momento en que comenzó la ebullición), agitando periódicamente para suspender los sólidos adheridos a las paredes. Filtrar inmediatamente a través de un crisol de vidrio de poro grueso previamente tarado, aplicando vacío en forma suave. (Para tarar el crisol colocar el crisol seco aproximadamente 30 minutos a 100°C). Lavar el erlenmeyer con un mínimo de agua a ebullición, volcar en el crisol y succionar hasta casi sequedad. Repetir el lavado con agua caliente dos veces más, arrastrando la fibra contenida en el erlenmeyer con la ayuda de un policeman. Lavar la residuo en el crisol dos veces con agua en ebullición. Luego lavar dos veces con acetona (aproximadamente 5 ml por vez) y succionar hasta sequedad. Secar el crisol en estufa a 100 °C durante 8 horas o toda la noche.

Calcinar durante 3 horas a 500-550 °C, enfriar en desecador y pesar. La diferencia de peso obtenida se refiere a porcentaje de muestra y se consigna como fibra insoluble en detergente neutro.

Nota 1: Esta determinación no se realizará sobre harina de trigo. Solicitar la muestra correspondiente al personal docente.

Nota 2: Debido a inconvenientes de orden práctico, en el laboratorio no se realizará la etapa de calcinación. El resultado se informará como el peso obtenido, referido a 100, luego del secado a 100 °C.

## PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDON

**Finalidad del análisis:** Observar las propiedades funcionales de almidones de distintas fuentes, analizando las diferencias.

### Introducción:

El almidón es el hidrocoloide más ampliamente usado en la tecnología de alimentos, Esto es debido a su gran versatilidad funcional, ya sea en sus formas natural o modificada, y además por su costo relativamente bajo.

Los cambios de viscosidad que ocurren cuando el almidón se calienta en medio acuoso, así como la capacidad de gelificar y la estabilidad de las pastas y geles formados son de fundamental importancia en tecnología de alimentos.

Como resultado de su estructura y composición particulares, cada almidón tiene un comportamiento distinto en cuanto a la viscosidad de sus pastas, al tipo de gel formado y a la tendencia a la gelificación y a la retrogradación. De esta manera, eligiendo el almidón correcto se pueden controlar las características de un producto.

### Determinación de propiedades funcionales del almidón. Tendencia a la retrogradación

En un tubo de centrífuga, suspender 2 g de almidón en 40 ml de agua destilada. Colocar el tubo con la suspensión en baño de agua en ebullición. Agitar constantemente hasta ebullición para evitar la formación de grumos. Continuar el calentamiento con agitación por 5 minutos. Enfriar en agua fría y observar las características del gel formado (por ejemplo transparente, opaco, gomoso, elástico, etc.).

La tendencia a la retrogradación se estima a partir del volumen de agua separado luego de su almacenamiento a 4°C durante un tiempo estipulado. Colocar a 4°C durante 24h como mínimo. Centrifugar durante 20 minutos y luego extraer por succión (usar pipeta Pasteur) el agua separada. Informar el volumen de líquido separado.

Informar las características del gel formado y el volumen desplazado por retrogradación para cada almidón estudiado.

Confeccionar una tabla, tal como se muestra a continuación, para presentar los datos correspondientes a tres almidones diferentes. Comparar sus propiedades y comentar las posibilidades de emplear uno u otro para diferentes tipos de productos alimenticios.

Tipo de almidón	Características del gel	Tendencia a retrogradar

## PRODUCTOS AZUCARADOS

Los azúcares son alimentos proveedores de energía y junto a otros hidratos de carbono superiores constituyen, en general, más del 50 % de la dieta humana. Los principales son: sacarosa (obtenida por ej. de caña de azúcar o remolacha azucarera); glucosa (proveniente de hidrólisis de almidones, principalmente de sacarosa); miel (jarabe concentrado de glucosa y levulosa, con bajo porcentaje de sacarosa) y otros (levulosa, lactosa, maltosa, etc.)

Como ejemplo de producto azucarado se encarará el análisis de una miel.

**Miel:** "Con la denominación de Miel o Miel de Abeja, se entiende el producto dulce elaborado por las abejas obreras a partir del néctar de las flores o de exudaciones de otras partes vivas de las plantas o presentes en ellas, que dichas abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenándolo en panales, donde madura hasta completar su formación." (Art. 782, Código Alimentario Argentino)

### Toma de muestra

Las mieles que presentan cristalización de azúcares (granulación) deben homogeneizarse introduciendo el envase en un baño de agua a una temperatura no mayor de 60°. Agitar hasta disolución de los cristales, enfriar y tomar la porción para el análisis. Si no se observa granulación basta agitar con una varilla (A.O.A.C., 969.38 B, 1990).

### Contenido de agua

Se determina por refractometría a 20°C o por secado en estufa de vacío (menos de 50 mm Hg) a 60-70°C.

En el laboratorio se determinará por refractometría (refractómetro Abbé) el contenido de agua en mieles. (A.O.A.C., 969.38 B, 1990).

Procedimiento:

Abrir el doble prisma y esparcir la muestra con ayuda de una varilla sobre la cara inferior, cerrar los prismas firmemente y dejar un minuto para que la temperatura de la muestra y el aparato se equilibren. Buscar en el campo del visor la franja que indica reflexión total; ajustar dicha franja en el punto de intersección de la cruz del visor, rotando el tornillo compensador si la línea no fuera nítida y presentara coloración.

Leer el índice de refracción directamente sobre la escala, hacer 2 o 3 lecturas y promediarlas. Calcular el % de agua a partir de la tabla correspondiente (A.O.A.C., 940.39, 1990).

Como el refractómetro a utilizar no cuenta con camisa termostaticada, se hará circular agua durante las observaciones, se leerá la temperatura en el termómetro del aparato y se corregirá la lectura para obtener la equivalencia a 20°, como se indica en la nota al pie de la tabla.

El instrumento se calibra con agua destilada a 20°C (índice de refracción = 1,3330).

### Hidratos de carbono.

**Preparación de la muestra :** (AOAC, 920.182, 1990)

Reactivos :

- Crema de alúmina.

Pesar 10 g de miel en un vaso de precipitado de 50 ml. Disolver con 20 ml de agua y trasvasar a un matraz de 200,0 ml lavando con tres porciones de 20 ml de agua.

Agregar 2 (dos) cucharaditas de crema de alúmina y llevar a volumen con agua destilada. Filtrar desechando los primeros 30 ml de filtrado (**solución A**).

Tomar 50,0 ml de la solución A y llevar a 250,0 ml (**solución B**).

**Preparación de la solución de azúcares hidrolizados**

Tomar 25,0 ml de la **solución A**, colocarlos en un Erlenmeyer de 125 ml y agregarle 25 ml de agua destilada y 5 ml de HCl (densidad = 1,10). Calentar en baño de agua de 60°C durante 15 min., neutralizar al tornasol con NaOH 10 %, agregándolo gota a gota; enfriar y llevar a volumen en matraz aforado de 250,0 ml (**solución C**).

**Método de la reducción del cobre** (Munson y Walker)(A.O.A.C., 920.183,1990)

Este método se basa en la reducción que ejercen los grupos aldehídos y cetónicos libres de los azúcares sobre un compuesto cúprico en medio alcalino. El cúprico se reduce a cuproso que precipita en este medio como  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

Para obtener resultados reproducibles es necesaria una rigurosa estandarización en los volúmenes de reactivos, velocidad de reacción y condiciones de secado del precipitado.

Reactivos :

- Solución  $\text{CuSO}_4$  7 %
- Solución alcalina de tartrato (346 g tartrato de Na y K . 4.  $\text{H}_2\text{O}$  y 100 g NaOH en 1000 ml de agua).

Secar en estufa de 100°C , durante 30 min exactamente, un crisol filtrante de Gooch, enfriar en desecador , pesar y reservar.

**Para determinar azúcares reductores** Transferir 25,0 ml de solución de  $\text{CuSO}_4$  y 25,0 ml de tartrato alcalino (ambos medidos exactamente) a un vaso de precipitados de 400 ml. Añadir 25 ml de agua destilada y, **justo antes de iniciar el calentamiento**, 25,0 ml de la **solución B**.

**Para determinar azúcares reductores en la solución hidrolizada** Transferir 25,0 ml de solución de  $\text{CuSO}_4$  y 25,0 ml de tartrato alcalino (ambos medidos exactamente) a un vaso de precipitados de 400 ml. **Justo antes de iniciar el calentamiento**, añadir 50,0 ml de la solución de azúcares hidrolizada (**solución C**).

Cubrir con vidrio de reloj, y colocar una varilla con un policeman en el extremo sin sumergir y calentar con mechero regulando de manera que la solución entre en ebullición en

4 min. exactamente. Hervir durante 2 min. Filtrar de inmediato la solución caliente en vacío, a través de un crisol Gooch de porcelana con capa de asbestos (previamente secado en estufa a 100 °C durante 30 min., enfriado en desecador y tarado) conectado a un kitasato mediante un adaptador de goma.

Pasar y arrastrar bien el precipitado que haya quedado en el vaso con ayuda de un policeman, con 100-150 ml de agua a 60° aproximadamente (realizar varios lavados con pequeños volúmenes de agua cada vez). **Cuidar que el crisol mantenga siempre una pequeña cantidad de agua durante la filtración.**

Lavar luego con 10 ml de etanol y finalmente con 10 ml de éter etílico (medir estos volúmenes con probeta). Pasar un algodón impregnado con alcohol alrededor del crisol para eliminar restos de goma que pudieran haber quedado. Secar durante exactamente 30 min. en estufa a 100 °C, enfriar en desecador y pesar.

### **Cálculo de resultados**

Descontar la masa de  $\text{Cu}_2\text{O}$  correspondiente al blanco de reactivos (consultar el valor con el docente) y calcular el peso de azúcar correspondiente a la cantidad de  $\text{Cu}_2\text{O}$  obtenida mediante la tabla correspondiente. Para el cálculo de azúcares reductores utilizar la columna de la tabla que corresponde al azúcar mayoritariamente presente en la solución (en este caso azúcar invertido). Realizar los cálculos correspondientes e informar % de azúcares reductores (como azúcar invertido) y % de sacarosa aparente.

Nota 1: Si se dejan soluciones azucaradas de un día para el otro, es necesario agregarles unos cristallitos de fenol o 2-3 gotas de solución de propionato de calcio o ácido propiónico) y guardar en heladera.

Nota 2: Esta determinación debe realizarse por duplicado. Para informar considerar ambos duplicados y evaluar la reproducibilidad (el error relativo debe ser menor del 3%)

**Nota 3: NO LAVAR EL CRISOL. DEVOLVER A LA CÁTEDRA UNA VEZ TERMINADA LA DETERMINACIÓN**

### **DETERMINACIÓN DE LA PUREZA DE UNA MUESTRA DE AZÚCAR POR POLARIMETRÍA.**

Se empleará un aparato sistema Lippich con tubo polarimétrico de 20 cm de longitud. Para las determinaciones polarimétricas las soluciones deben estar libres de interferencias, completamente límpidas y en concentraciones aproximadas del 10 % (p/v) en sustancias activas. Si la muestra desvía el plano de la luz polarizada, desaparece la igualdad de iluminación observada en los dos semicampos del analizador hasta obtener nuevamente la igualdad de iluminación.

La rotación se lee en grados de círculo y puede apreciarse hasta  $0,01^\circ$  por medio de un nonius. La sustancia en observación es dextrógira si se necesita girar la palanca del analizador hacia la izquierda y levógira en caso contrario.

**Análisis de la pureza de una muestra de sacarosa.**  
(Norma IRAM 15906).

Reactivos:

- Crema de alúmina.

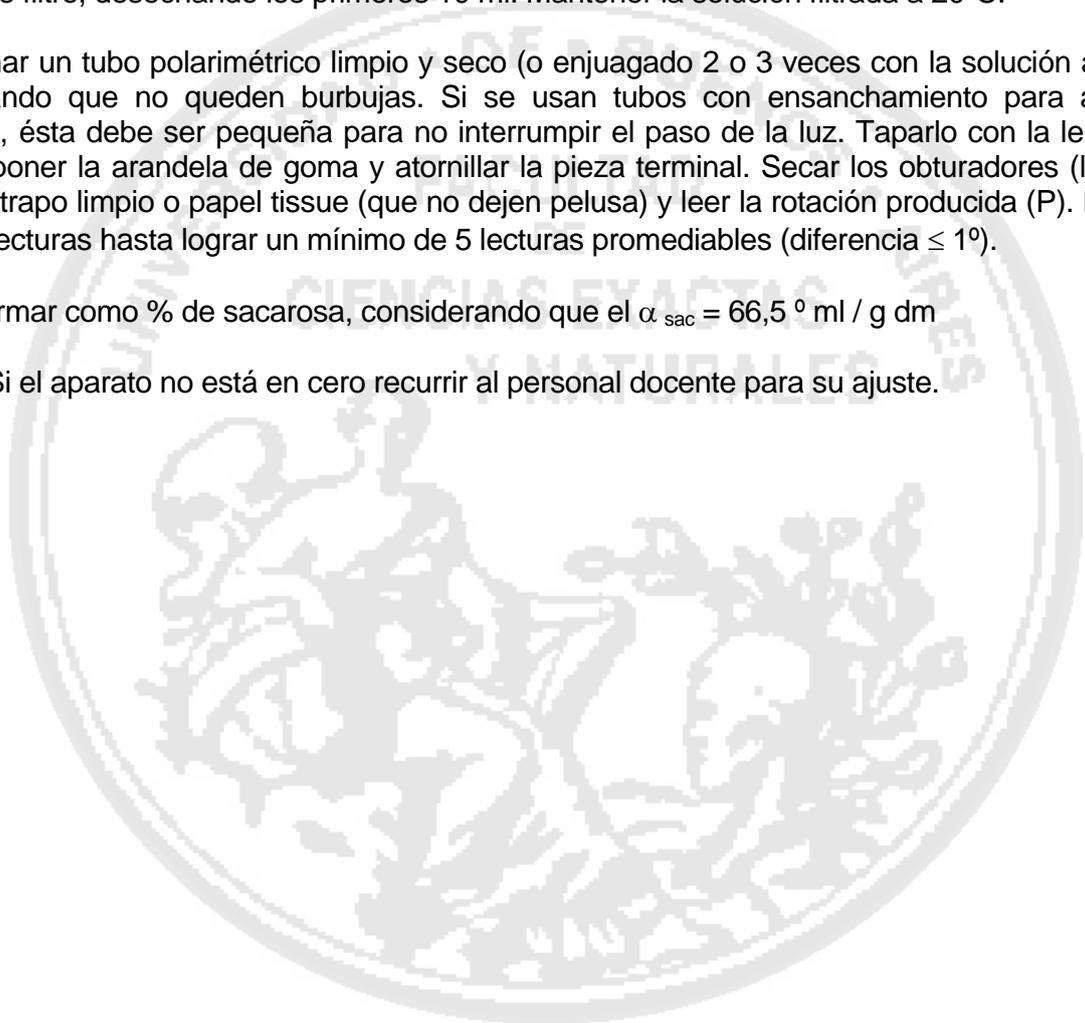
Procedimiento:

Pesar a la décima de mg ( $13 \pm 0,0001$  g) de muestra y trasvasar cuantitativamente a un matraz aforado de 50,0 ml mediante lavados con agua destilada. Disolver mezclando y sin calentar. Añadir 1 ml de crema de alúmina, mezclar bien y llevar a volumen. Filtrar a través de papel de filtro, desechando los primeros 10 ml. Mantener la solución filtrada a 20°C.

Llenar un tubo polarimétrico limpio y seco (o enjuagado 2 o 3 veces con la solución a medir) procurando que no queden burbujas. Si se usan tubos con ensanchamiento para alojar la burbuja, ésta debe ser pequeña para no interrumpir el paso de la luz. Taparlo con la lenteja de vidrio, poner la arandela de goma y atornillar la pieza terminal. Secar los obturadores (lentejas) con un trapo limpio o papel tissue (que no dejen pelusa) y leer la rotación producida (P). Realizar varias lecturas hasta lograr un mínimo de 5 lecturas promediadas (diferencia  $\leq 1^\circ$ ).

Informar como % de sacarosa, considerando que el  $\alpha_{\text{sac}} = 66,5^\circ \text{ ml / g dm}$

**Nota:** Si el aparato no está en cero recurrir al personal docente para su ajuste.



### Bibliografía general

- A.O.A.C., Association of Official Agricultural Chemists,, 1980, 13<sup>a</sup> Ed
- A.O.A.C., Official Methods of Analysis of the Association of Chemists, 1990, 15<sup>a</sup> Ed.
- C.A.A., Código Alimentario Argentino. De La Canal & Asociados, SRL. Tomo I a y b. 1993. Actualizado.
- C.A.A., Código Alimentario Argentino. De La Canal & Asociados, SRL. Tomo II. Metodología Analítica Oficial. 1989.
- Belitz H.D., Grosch W., Química de los alimentos. Acribia 1997.
- Cheftel y Cheftel, Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos, Vol. 1. Ed. Acribia 1983.
- Egan H., Kirk R.S., Sawyer R., Análisis Químico de Alimentos de Pearson. Cecsa 1987.
- Fennema O.R., Química de los Alimentos. Acribia, 1993.
- Hart F.L., Fisher H.J., Análisis Moderno de los Alimentos. Acribia 1977.
- Pearson D., Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Acribia 1993.
- Pomeranz Y., Wheat Chemistry and Tecnology, vol. II, 2<sup>a</sup> Ed. 1978.
- Fennema, O.R..Food chemistry,Cap.3.Marcel Decker Inc., 1985
- Leach, H.W.,MacCowan,L.D., Schoch,T.J., Structure of starch granule. Ceral Chem. 36:534-544, 1959.
- Sanderson, G.R.. Polysaccharides in food. Food Tecnology. Julio 1981, pag.50.
- Sathe, S.K. y Salunke, D.K. Isolation, partial characterization and modification of Great Nother Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) starch. Journal of Food Science. 46:617-621, 1981.
- Wilson, L.A.; Birmingham, V.A.; Moon, D.P. y Snyder, H.E. Isolation and characterization of starch from mature soybeans. Cereal Chem. 55(5):661-670.

AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1990)

HONEY

Table 969.38 Relationship Between Refractive Index and Water Contents of Honeys<sup>a</sup>

Water Content, %	Refractive Index			Water Content, %	Refractive Index		
	20° C <sup>b</sup>	60° F <sup>c</sup>	40° C		20° C <sup>b</sup>	60° F <sup>c</sup>	40° C
13.0	1.5044	1.5053	1.4998	19.0	1.4890	1.4900	1.4845
13.2	1.5038	1.5048	1.4993	19.2	1.4885	1.4895	1.4840
13.4	1.5033	1.5043	1.4988	19.4	1.4880	1.4890	1.4835
13.6	1.5028	1.5038	1.4983	19.6	1.4875	1.4885	1.4829
13.8	1.5023	1.5033	1.4978	19.8	1.4870	1.4880	1.4824
14.0	1.5018	1.5027	1.4973	20.0	1.4865	1.4875	1.4819
14.2	1.5012	1.5022	1.4968	20.2	1.4860	1.4870	1.4814
14.4	1.5007	1.5017	1.4962	20.4	1.4855	1.4865	1.4809
14.6	1.5002	1.5012	1.4957	20.6	1.4850	1.4860	1.4804
14.8	1.4997	1.5007	1.4952	20.8	1.4845	1.4855	1.4799
15.0	1.4992	1.5002	1.4947	21.0	1.4840	1.4850	1.4794
15.2	1.4987	1.4997	1.4942	21.2	1.4835	1.4845	1.4788
15.4	1.4982	1.4992	1.4937	21.4	1.4830	1.4840	1.4783
15.6	1.4976	1.4986	1.4932	21.6	1.4825	1.4835	1.4778
15.8	1.4971	1.4981	1.4927	21.8	1.4820	1.4830	1.4773
16.0	1.4966	1.4976	1.4922	22.0	1.4815	1.4825	1.4768
16.2	1.4961	1.4971	1.4916	22.2	1.4810		
16.4	1.4956	1.4966	1.4911	22.4	1.4805		
16.6	1.4951	1.4961	1.4906	22.6	1.4800		
16.8	1.4946	1.4956	1.4901	22.8	1.4795		
17.0	1.4940	1.4951	1.4896	23.0	1.4790		
17.2	1.4935	1.4946	1.4891	23.2	1.4785		
17.4	1.4930	1.4940	1.4886	23.4	1.4780		
17.6	1.4925	1.4935	1.4881	23.6	1.4775		
17.8	1.4920	1.4930	1.4876	23.8	1.4770		
18.0	1.4915	1.4925	1.4870	24.0	1.4765		
18.2	1.4910	1.4920	1.4865	24.2	1.4760		
18.4	1.4905	1.4915	1.4860	24.4	1.4755		
18.6	1.4900	1.4910	1.4855	24.6	1.4750		
18.8	1.4895	1.4905	1.4850	24.8	1.4745		
				25.0	1.4740		

<sup>a</sup> Values for 20°C and 60°F are Wedmore's calculations (Bee World 38, 197(1956)); 40°C values are calcd from Auerbach and Borries equation (Z. Natur. Genusm. 22, 353-358(1924)). Values >22.0% were extended by FAO/WHO Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling (1968).  
<sup>b</sup> If refractive index is measured at temp. above (below) 20°C, add (subtract) 0.00023/°C above (below) 20°C before using table.

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose<sup>a</sup>, with values for maltose from the Munson and Walker table<sup>b</sup>; values expressed as mg

Cu <sup>c</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>c</sup>	Invert Sugar and Sucrose					Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose .H <sub>2</sub> O	
		Glucose	Fructose	Invert Sugar	0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose .H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su- crose			1 Lactose 12 Su- crose
10	11.3	4.6	5.1	5.2	3.2	2.9		7.7	7.7	6.6	10	6.2
11	12.4	5.1	5.6	5.7	3.7	3.4		8.5	8.5	7.3		
12	13.5	5.6	6.1	6.2	4.2	3.9		9.3	9.2	8.0	12	7.9
13	14.6	6.0	6.7	6.7	4.8	4.4		10.0	10.0	8.7		
14	15.8	6.5	7.2	7.2	5.3	4.9		10.8	10.7	9.4	14	9.5
15	16.9	7.0	7.7	7.7	5.8	5.4		11.5	11.5	10.1		
16	18.0	7.5	8.3	8.2	6.3	5.9		12.3	12.2	10.8	16	11.2
17	19.1	8.0	8.8	8.7	6.8	6.4		13.1	12.9	11.5		
18	20.3	8.5	9.3	9.2	7.3	6.9		13.8	13.7	12.2	18	12.9
19	21.4	8.9	9.9	9.7	7.8	7.4		14.6	14.4	12.9		
20	22.5	9.4	10.4	10.2	8.3	7.9	1.9	15.4	15.2	13.6	20	14.6
21	23.6	9.9	10.9	10.7	8.8	8.4	2.4	16.1	15.9	14.4		
22	24.8	10.4	11.5	11.2	9.3	8.9	2.9	16.9	16.7	15.1	22	16.2
23	25.9	10.9	12.0	11.7	9.9	9.5	3.4	17.7	17.4	15.8		
24	27.0	11.4	12.5	12.3	10.4	10.0	3.9	18.4	18.2	16.5	24	17.9
25	28.1	11.9	13.1	12.8	10.9	10.5	4.4	19.2	18.9	17.2		
26	29.3	12.3	13.6	13.3	11.4	11.0	4.9	19.9	19.7	17.9	26	19.6
27	30.4	12.8	14.2	13.8	11.9	11.5	5.5	20.7	20.4	18.6		
28	31.5	13.3	14.7	14.3	12.4	12.0	6.0	21.5	21.1	19.3	28	21.2
29	32.6	13.8	15.2	14.8	12.9	12.5	6.5	22.2	21.9	20.0		
30	33.8	14.3	15.8	15.3	13.4	13.0	7.0	23.0	22.6	20.7	30	22.9
31	34.9	14.8	16.3	15.8	14.0	13.5	7.5	23.8	23.4	21.4		
32	36.0	15.3	16.8	16.3	14.5	14.1	8.0	24.5	24.1	22.2	32	24.6
33	37.2	15.7	17.4	16.8	15.0	14.6	8.5	25.3	24.9	22.9		
34	38.3	16.2	17.9	17.3	15.5	15.1	9.0	26.1	25.6	23.6	34	26.2
35	39.4	16.7	18.4	17.8	16.0	15.6	9.5	26.8	26.4	24.3		
36	40.5	17.2	19.0	18.3	16.5	16.1	10.1	27.6	27.1	25.0	36	27.9
37	41.7	17.7	19.5	18.9	17.0	16.6	10.6	28.4	27.9	25.7		
38	42.8	18.2	20.1	19.4	17.6	17.1	11.1	29.1	28.6	26.4	38	29.6
39	43.9	18.7	20.6	19.9	18.1	17.6	11.6	29.9	29.4	27.1		
40	45.0	19.2	21.1	20.4	18.6	18.2	12.1	30.6	30.1	27.8	40	31.3
41	46.2	19.7	21.7	20.9	19.1	18.7	12.6	31.4	30.8	28.6		
42	47.3	20.1	22.2	21.4	19.6	19.2	13.1	32.2	31.6	29.3	42	32.9
43	48.4	20.6	22.8	21.9	20.1	19.7	13.7	32.9	32.3	30.0		
44	49.5	21.1	23.3	22.4	20.7	20.2	14.2	33.7	33.1	30.7	44	34.6
45	50.7	21.6	23.8	22.9	21.2	20.7	14.7	34.5	33.8	31.4		
46	51.8	22.1	24.4	23.5	21.7	21.3	15.2	35.2	34.6	32.1	46	36.3
47	52.9	22.6	24.9	24.0	22.2	21.8	15.7	36.0	35.3	32.8		
48	54.0	23.1	25.4	24.5	22.7	22.3	16.2	36.8	36.1	33.5	48	37.9
49	55.2	23.6	26.0	25.0	23.2	22.8	16.8	37.5	36.8	34.3		
50	56.3	24.1	26.5	25.5	23.8	23.3	17.3	38.3	37.6	35.0	50	39.6
51	57.4	24.6	27.1	26.0	24.3	23.8	17.8	39.1	38.3	35.7		
52	58.5	25.1	27.6	26.5	24.8	24.3	18.3	39.8	39.1	36.4	52	41.3
53	59.7	25.6	28.2	27.0	25.3	24.9	18.8	40.6	39.8	37.1		
54	60.8	26.1	28.7	27.5	25.8	25.4	19.3	41.4	40.6	37.8	54	42.9
55	61.9	26.5	29.2	28.1	26.3	25.9	19.9	42.1	41.3	38.5		
56	63.0	27.0	29.8	28.6	26.9	26.4	20.4	42.9	42.1	39.3	56	44.6
57	64.2	27.5	30.3	29.1	27.4	26.9	20.9	43.7	42.8	40.0		
58	65.3	28.0	30.9	29.6	27.9	27.5	21.4	44.4	43.6	40.7	58	46.3
59	66.4	28.5	31.4	30.1	28.4	28.0	21.9	45.2	44.3	41.4		

<sup>a</sup> J. Res. Natl. Bur. Std. 24, 589-596(1940); 41, 217-220(1948).

<sup>b</sup> 43.012, Official Methods of Analysis, 10th Ed. (Cu<sub>2</sub>O = Cu × 1.1259).

<sup>c</sup> Applicable to all sugars except maltose.

<sup>d</sup> Applicable only to maltose.

(Continued)

AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1990)

REFERENCE TABLES

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose<sup>a</sup>, with values for maltose from the Munson and Walker table<sup>b</sup>; values expressed as mg  
—Continued.

Cu <sup>a</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>a</sup>	Glucose	Fructose	Invert Sugar	Invert Sugar and Sucrose			Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose .H <sub>2</sub> O
					0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose .H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su- crose	1 Lactose 12 Su- crose		
60	67.6	29.0	31.9	30.6	28.9	28.5	22.5	46.0	45.1	42.1	60	48.0
61	68.7	29.5	32.5	31.2	29.5	29.0	23.0	46.7	45.8	42.8		
62	69.8	30.0	33.0	31.7	30.0	29.5	23.5	47.5	46.5	43.6	62	49.6
63	70.9	30.5	33.6	32.2	30.5	30.1	24.0	48.3	47.3	44.3		
64	72.1	31.0	34.1	32.7	31.0	30.6	24.5	49.0	48.0	45.0	64	51.3
65	73.2	31.5	34.7	33.2	31.6	31.1	25.1	49.8	48.8	45.7		
66	74.3	32.0	35.2	33.7	32.1	31.6	25.6	50.6	49.5	46.4	66	53.0
67	75.4	32.5	35.8	34.3	32.6	32.1	26.1	51.3	50.3	47.1		
68	76.6	33.0	36.3	34.8	33.1	32.7	26.6	52.1	51.0	47.9	68	54.6
69	77.7	33.5	36.8	35.3	33.6	33.2	27.1	52.9	51.8	48.6		
70	78.8	34.0	37.4	35.8	34.2	33.7	27.7	53.6	52.5	49.3	70	56.3
71	79.9	34.5	37.9	36.3	34.7	34.2	28.2	54.4	53.3	50.0		
72	81.1	35.0	38.5	36.8	35.2	34.7	28.7	55.2	54.0	50.7	72	58.0
73	82.2	35.5	39.0	37.4	35.7	35.3	29.2	55.9	54.8	51.4		
74	83.3	36.0	39.6	37.9	36.3	35.8	29.8	56.7	55.5	52.2	74	59.6
75	84.4	36.5	40.1	38.4	36.8	36.3	30.3	57.5	56.3	52.9		
76	85.6	37.0	40.7	38.9	37.3	36.8	30.8	58.2	57.0	53.6	76	61.3
77	86.7	37.5	41.2	39.4	37.8	37.4	31.3	59.0	57.8	54.3		
78	87.8	38.0	41.7	40.0	38.4	37.9	31.9	59.8	58.5	55.0	78	63.0
79	88.9	38.5	42.3	40.5	38.9	38.4	32.4	60.5	59.3	55.7		
80	90.1	39.0	42.8	41.0	39.4	38.9	32.9	61.3	60.0	56.5	80	64.6
81	91.2	39.5	43.4	41.5	39.9	39.5	33.4	62.1	60.8	57.2		
82	92.3	40.0	43.9	42.0	40.5	40.0	34.0	62.8	61.6	57.9	82	66.3
83	93.4	40.5	44.5	42.6	41.0	40.5	34.5	63.6	62.3	58.6		
84	94.6	41.0	45.0	43.1	41.5	41.0	35.0	64.4	63.1	59.3	84	68.0
85	95.7	41.5	45.6	43.6	42.0	41.6	35.5	65.1	63.8	60.1		
86	96.8	42.0	46.1	44.1	42.6	42.1	36.1	65.9	64.6	60.8	86	69.7
87	97.9	42.5	46.7	44.7	43.1	42.6	36.6	66.7	65.3	61.5		
88	99.1	43.0	47.2	45.2	43.6	43.1	37.1	67.4	66.1	62.2	88	71.3
89	100.2	43.5	47.8	45.7	44.1	43.7	37.6	68.2	66.8	62.9		
90	101.3	44.0	48.3	46.2	44.7	44.2	38.2	69.0	67.6	63.7	90	73.0
91	102.5	44.5	48.9	46.7	45.2	44.7	38.7	69.7	68.3	64.4		
92	103.6	45.0	49.4	47.3	45.7	45.2	39.2	70.5	69.1	65.1	92	74.7
93	104.7	45.5	50.0	47.8	46.3	45.8	39.8	71.3	69.8	65.8		
94	105.8	46.0	50.5	48.3	46.8	46.3	40.3	72.1	70.6	66.5	94	76.3
95	107.0	46.5	51.1	48.8	47.3	46.8	40.8	72.8	71.3	67.3		
96	108.1	47.0	51.6	49.4	47.8	47.4	41.3	73.6	72.1	68.0	96	78.0
97	109.2	47.5	52.2	49.9	48.4	47.9	41.9	74.4	72.8	68.7		
98	110.3	48.0	52.7	50.4	48.9	48.4	42.4	75.1	73.6	69.4	98	79.7
99	111.5	48.5	53.3	50.9	49.4	48.9	42.9	75.9	74.3	70.2		
100	112.6	49.0	53.8	51.5	50.0	49.5	43.5	76.7	75.1	70.9	100	81.3
101	113.7	49.5	54.4	52.0	50.5	50.0	44.0	77.4	75.8	71.6		
102	114.8	50.0	54.9	52.5	51.0	50.5	44.5	78.2	76.6	72.3	102	83.0
103	116.0	50.6	55.5	53.0	51.6	51.1	45.1	79.0	77.3	73.1		
104	117.1	51.1	56.0	53.6	52.1	51.6	45.6	79.7	78.1	73.8	104	84.7
105	118.2	51.6	56.6	54.1	52.6	52.1	46.1	80.5	78.8	74.5		
106	119.3	52.1	57.1	54.6	53.1	52.7	46.7	81.3	79.6	75.2	106	86.3
107	120.5	52.6	57.7	55.2	53.7	53.2	47.2	82.1	80.4	76.0		
108	121.6	53.1	58.2	55.7	54.2	53.7	47.7	82.8	81.1	76.7	108	88.0
109	122.7	53.6	58.8	56.2	54.7	54.2	48.3	83.6	81.9	77.4		

(Continued)

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose<sup>a</sup>, with values for maltose from the Munson and Walker table<sup>b</sup>; values expressed as mg  
—Continued.

Cu <sup>c</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>e</sup>	Glu- cose	Fruc- tose	Invert Sugar	Invert Sugar and Sucrose			Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose .H <sub>2</sub> O
					0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose .H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su- crose	1 Lactose 12 Su- crose		
110	123.8	54.1	59.3	56.7	55.3	54.8	48.8	84.4	82.6	78.1	110	89.7
111	125.0	54.6	59.9	57.3	55.8	55.3	49.3	85.1	83.4	78.9		
112	126.1	55.1	60.4	57.8	56.3	55.8	49.9	85.9	84.1	79.6	112	91.3
113	127.2	55.6	61.0	58.3	56.9	56.4	50.4	86.7	84.9	80.3		
114	128.3	56.1	61.6	58.9	57.4	56.9	50.9	87.4	85.6	81.0	114	93.0
115	129.5	56.7	62.1	59.4	57.9	57.4	51.5	88.2	86.4	81.8		
116	130.6	57.2	62.7	59.9	58.5	58.0	52.0	89.0	87.1	82.5	116	94.7
117	131.7	57.7	63.2	60.4	59.0	58.5	52.5	89.8	87.9	83.2		
118	132.8	58.2	63.8	61.0	59.5	59.0	53.1	90.5	88.6	84.0	118	96.4
119	134.0	58.7	64.3	61.5	60.1	59.6	53.6	91.3	89.4	84.7		
120	135.1	59.2	64.9	62.0	60.6	60.1	54.1	92.1	90.2	85.4	120	98.0
121	136.2	59.7	65.4	62.6	61.2	60.7	54.7	92.8	90.9	86.1		
122	137.4	60.2	66.0	63.1	61.7	61.2	55.2	93.6	91.7	86.9	122	99.7
123	138.5	60.7	66.5	63.6	62.2	61.7	55.8	94.4	92.4	87.6		
124	139.6	61.3	67.1	64.2	62.8	62.3	56.3	95.2	93.2	88.3	124	101.4
125	140.7	61.8	67.7	64.7	63.3	62.8	56.8	95.9	93.9	89.0		
126	141.9	62.3	68.2	65.2	63.8	63.3	57.4	96.7	94.7	89.8	126	103.0
127	143.0	62.8	68.8	65.8	64.4	63.9	57.9	97.5	95.5	90.5		
128	144.1	63.3	69.3	66.3	64.9	64.4	58.4	98.2	96.2	91.2	128	104.7
129	145.2	63.8	69.9	66.8	65.4	64.9	59.0	99.0	97.0	92.0		
130	146.4	64.3	70.4	67.4	66.0	65.5	59.5	99.8	97.7	92.7	130	106.4
131	147.5	64.9	71.0	67.9	66.5	66.0	60.1	100.6	98.5	93.4		
132	148.6	65.4	71.6	68.4	67.1	66.6	60.6	101.3	99.2	94.1	132	108.0
133	149.7	65.9	72.1	69.0	67.6	67.1	61.1	102.1	100.0	94.9		
134	150.9	66.4	72.7	69.5	68.1	67.6	61.7	102.9	100.7	95.6	134	109.7
135	152.0	66.9	73.2	70.0	68.7	68.2	62.2	103.6	101.5	96.3		
136	153.1	67.4	73.8	70.6	69.2	68.7	62.8	104.4	102.3	97.1	136	111.4
137	154.2	68.0	74.3	71.1	69.8	69.3	63.3	105.2	103.0	97.8		
138	155.4	68.5	74.9	71.6	70.3	69.8	63.9	106.0	103.8	98.5	138	113.0
139	156.5	69.0	75.5	72.2	70.8	70.3	64.4	106.7	104.5	99.3		
140	157.6	69.5	76.0	72.7	71.4	70.9	64.9	107.5	105.3	100.0	140	114.7
141	158.7	70.0	76.6	73.2	71.9	71.4	65.5	108.3	106.0	100.7		
142	159.9	70.5	77.1	73.8	72.5	72.0	66.0	109.0	106.8	101.4	142	116.4
143	161.0	71.1	77.7	74.3	73.0	72.5	66.6	109.8	107.5	102.2		
144	162.1	71.6	78.3	74.9	73.5	73.0	67.1	110.6	108.3	102.9	144	118.0
145	163.2	72.1	78.8	75.4	74.1	73.6	67.7	111.4	109.1	103.6		
146	164.4	72.6	79.4	75.9	74.6	74.1	68.2	112.1	109.8	104.4	146	119.7
147	165.5	73.1	80.0	76.5	75.2	74.7	68.7	112.9	110.6	105.1		
148	166.6	73.7	80.5	77.0	75.7	75.2	69.3	113.7	111.3	105.8	148	121.4
149	167.8	74.2	81.1	77.6	76.3	75.7	69.8	114.4	112.1	106.6		
150	168.9	74.7	81.6	78.1	76.8	76.3	70.4	115.2	112.8	107.3	150	123.0
151	170.0	75.2	82.2	78.6	77.3	76.8	70.9	116.0	113.6	108.0		
152	171.1	75.7	82.8	79.2	77.9	77.4	71.5	116.8	114.4	108.8	152	124.7
153	172.3	76.3	83.3	79.7	78.4	77.9	72.0	117.5	115.1	109.5		
154	173.4	76.8	83.9	80.3	79.0	78.5	72.6	118.3	115.9	110.2	154	126.4
155	174.5	77.3	84.4	80.8	79.5	79.0	73.1	119.1	116.6	111.0		
156	175.6	77.8	85.0	81.3	80.1	79.6	73.7	119.9	117.4	111.7	156	128.0
157	176.8	78.3	85.6	81.9	80.6	80.1	74.2	120.6	118.2	112.4		
158	177.9	78.9	86.1	82.4	81.2	80.6	74.8	121.4	118.9	113.2	158	129.7
159	179.0	79.4	86.7	83.0	81.7	81.2	75.3	122.2	119.7	113.9		

(Continued)

AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1990)

REFERENCE TABLES

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and Invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose<sup>a</sup>, with values for maltose from the Munson and Walker table<sup>b</sup>; values expressed as mg  
—Continued.

Cu <sup>c</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Invert Sugar and Sucrose <sup>e</sup>						Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose .H <sub>2</sub> O
		Glucose	Fructose	Invert Sugar	0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose .H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su-crose	1 Lactose 12 Su-crose		
160	180.1	79.9	87.3	83.5	82.2	81.7	75.9	122.9	120.4	114.6	160	131.4
161	181.3	80.4	87.8	84.0	82.8	82.3	76.4	123.7	121.2	115.4		
162	182.4	81.0	88.4	84.6	83.3	82.8	77.0	124.5	121.9	116.1	162	133.0
163	183.5	81.5	89.0	85.1	83.9	83.4	77.5	125.3	122.7	116.8		
164	184.6	82.0	89.5	85.7	84.4	83.9	78.1	126.0	123.5	117.6	164	134.7
165	185.8	82.5	90.1	86.2	85.0	84.5	78.6	126.8	124.2	118.3		
166	186.9	83.1	90.6	86.8	85.5	85.0	79.2	127.6	125.0	119.1	166	136.4
167	188.0	83.6	91.2	87.3	86.1	85.6	79.7	128.4	125.7	119.8		
168	189.1	84.1	91.8	87.8	86.6	86.1	80.3	129.1	126.5	120.5	168	138.0
169	190.3	84.6	92.3	88.4	87.2	86.7	80.8	129.9	127.3	121.3		
170	191.4	85.2	92.9	88.9	87.7	87.2	81.4	130.7	128.0	122.0	170	139.7
171	192.5	85.7	93.5	89.5	88.3	87.8	81.9	131.5	128.8	122.7		
172	193.6	86.2	94.0	90.0	88.8	88.3	82.5	132.2	129.5	123.5	172	141.4
173	194.8	86.7	94.6	90.6	89.4	88.9	83.0	133.0	130.3	124.2		
174	195.9	87.3	95.2	91.1	89.9	89.4	83.6	133.8	131.1	124.9	174	143.0
175	197.0	87.8	95.7	91.7	90.5	90.0	84.1	134.6	131.8	125.7		
176	198.1	88.3	96.3	92.2	91.0	90.5	84.7	135.3	132.6	126.4	176	144.7
177	199.3	88.9	96.9	92.8	91.6	91.1	85.2	136.1	133.4	127.2		
178	200.4	89.4	97.4	93.3	92.1	91.6	85.8	136.9	134.1	127.9	178	146.4
179	201.5	89.9	98.0	93.8	92.7	92.2	86.3	137.7	134.9	128.6		
180	202.7	90.4	98.6	94.4	93.2	92.7	86.9	138.4	135.6	129.4	180	148.0
181	203.8	91.0	99.2	94.9	93.8	93.3	87.4	139.2	136.4	130.1		
182	204.9	91.5	99.7	95.5	94.3	93.8	88.0	140.0	137.2	130.8	182	149.7
183	206.0	92.0	100.3	96.0	94.9	94.4	88.6	140.8	137.9	131.6		
184	207.2	92.6	100.9	96.6	95.4	94.9	89.1	141.5	138.7	132.3	184	151.4
185	208.3	93.1	101.4	97.1	96.0	95.5	89.7	142.3	139.4	133.1		
186	209.4	93.6	102.0	97.7	96.5	96.0	90.2	143.1	140.2	133.8	186	153.0
187	210.5	94.2	102.6	98.2	97.1	96.6	90.8	143.9	141.0	134.5		
188	211.7	94.7	103.1	98.8	97.6	97.1	91.3	144.6	141.7	135.3	188	154.7
189	212.8	95.2	103.7	99.3	98.2	97.7	91.9	145.4	142.5	136.0		
190	213.9	95.7	104.3	99.9	98.7	98.2	92.4	146.2	143.3	136.8	190	156.4
191	215.0	96.3	104.8	100.4	99.3	98.8	93.0	147.0	144.0	137.5		
192	216.2	96.8	105.4	101.0	99.9	99.4	93.6	147.7	144.8	138.2	192	158.0
193	217.3	97.3	106.0	101.5	100.4	99.9	94.1	148.5	145.5	139.0		
194	218.4	97.9	106.6	102.1	101.0	100.5	94.7	149.3	146.3	139.7	194	159.7
195	219.5	98.4	107.1	102.6	101.5	101.0	95.2	150.1	147.1	140.5		
196	220.7	98.9	107.7	103.2	102.1	101.6	95.8	150.8	147.8	141.2	196	161.4
197	221.8	99.5	108.3	103.7	102.6	102.1	96.4	151.6	148.6	142.0		
198	222.9	100.0	108.8	104.3	103.2	102.7	96.9	152.4	149.3	142.7	198	163.0
199	224.0	100.5	109.4	104.8	103.7	103.2	97.5	153.2	150.1	143.4		
200	225.2	101.1	110.0	105.4	104.3	103.8	98.0	153.9	150.9	144.2	200	164.7
201	226.3	101.6	110.5	106.0	104.9	104.4	98.6	154.7	151.6	144.9		
202	227.4	102.2	111.1	106.5	105.4	104.9	99.2	155.5	152.4	145.7	202	166.4
203	228.5	102.7	111.7	107.1	106.0	105.5	99.7	156.3	153.2	146.4		
204	229.7	103.2	112.3	107.6	106.5	106.0	100.3	157.0	153.9	147.1	204	168.0
205	230.8	103.8	112.9	108.2	107.1	106.6	100.9	157.8	154.7	147.9		
206	231.9	104.3	113.4	108.7	107.6	107.2	101.4	158.6	155.5	148.6	206	169.7
207	233.1	104.8	114.0	109.3	108.2	107.7	102.0	159.4	156.2	149.4		
208	234.2	105.4	114.6	109.8	108.8	108.3	102.5	160.2	157.0	150.1	208	171.4
209	235.3	105.9	115.2	110.4	109.3	108.8	103.1	160.9	157.7	150.9		

(Continued)

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose<sup>a</sup>, with values for maltose from the Munson and Walker table<sup>b</sup>; values expressed as mg<sup>c</sup>  
—Continued.

Cu <sup>a</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Invert Sugar and Sucrose						Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose .H <sub>2</sub> O
		Glucose	Fructose	Invert Sugar	0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose .H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su- crose	1 Lactose 12 Su- crose		
210	236.4	106.5	115.7	110.9	109.9	109.4	103.7	161.7	158.5	151.6	210	173.0
211	237.6	107.0	116.3	111.5	110.4	110.0	104.2	162.5	159.3	152.4		
212	238.7	107.5	116.9	112.1	111.0	110.5	104.8	163.3	160.0	153.1	212	174.7
213	239.8	108.1	117.5	112.6	111.6	111.1	105.4	164.0	160.8	153.8		
214	240.9	108.6	118.0	113.2	112.1	111.6	105.9	164.8	161.6	154.6	214	176.4
215	242.1	109.2	118.6	113.7	112.7	112.2	106.5	165.6	162.3	155.3		
216	243.1	109.7	119.2	114.3	113.2	112.8	107.1	166.4	163.1	156.1	216	178.0
217	244.3	110.2	119.8	114.9	113.8	113.3	107.6	167.1	163.9	156.8		
218	245.4	110.8	120.3	115.4	114.4	113.9	108.2	167.9	164.6	157.6	218	179.7
219	246.6	111.3	120.9	116.0	114.9	114.4	108.8	168.7	165.4	158.3		
220	247.7	111.9	121.5	116.5	115.5	115.0	109.3	169.5	166.2	159.1	220	181.4
221	248.8	112.4	122.1	117.1	116.1	115.6	109.9	170.3	166.9	159.8		
222	249.9	112.9	122.6	117.6	116.6	116.1	110.5	171.0	167.7	160.6	222	183.0
223	251.1	113.5	123.2	118.2	117.2	116.7	111.0	171.8	168.5	161.3		
224	252.2	114.0	123.8	118.8	117.7	117.3	111.6	172.6	169.2	162.1	224	184.7
225	253.3	114.6	124.4	119.3	118.3	117.8	112.2	173.4	170.0	162.8		
226	254.4	115.1	125.0	119.9	118.9	118.4	112.7	174.2	170.8	163.6	226	186.4
227	255.6	115.7	125.5	120.4	119.4	119.0	113.3	174.9	171.5	164.3		
228	256.7	116.2	126.1	121.0	120.0	119.5	113.9	175.7	172.3	165.1	228	188.0
229	257.8	116.7	126.7	121.6	120.6	120.1	114.4	176.5	173.1	165.8		
230	258.9	117.3	127.3	122.1	121.1	120.7	115.0	177.3	173.8	166.5	230	189.7
231	260.1	117.8	127.9	122.7	121.7	121.2	115.6	178.1	174.6	167.3		
232	261.2	118.4	128.4	123.3	122.3	121.8	116.2	178.8	175.3	168.0	232	191.3
233	262.3	118.9	129.0	123.8	122.8	122.4	116.7	179.6	176.1	168.8		
234	263.4	119.5	129.6	124.4	123.4	122.9	117.3	180.4	176.9	169.5	234	193.0
235	264.6	120.0	130.2	124.9	124.0	123.5	117.9	181.2	177.6	170.3		
236	265.7	120.6	130.8	125.5	124.5	124.1	118.4	181.9	178.4	171.0	236	194.7
237	266.8	121.1	131.3	126.1	125.1	124.6	119.0	182.7	179.2	171.8		
238	268.0	121.7	131.9	126.6	125.7	125.2	119.6	183.5	180.0	172.5	238	196.3
239	269.1	122.2	132.5	127.2	126.2	125.8	120.2	184.3	180.7	173.3		
240	270.2	122.7	133.1	127.8	126.8	126.3	120.7	185.1	181.5	174.0	240	198.0
241	271.3	123.3	133.7	128.3	127.4	126.9	121.3	185.8	182.3	174.8		
242	272.5	123.8	134.2	128.9	127.9	127.5	121.9	186.6	183.0	175.5	242	199.7
243	273.6	124.4	134.8	129.5	128.5	128.0	122.5	187.4	183.8	176.3		
244	274.7	124.9	135.4	130.0	129.1	128.6	123.0	188.2	184.6	177.0	244	201.3
245	275.8	125.5	136.0	130.6	129.6	129.2	123.6	189.0	185.3	177.8		
246	277.0	126.0	136.6	131.2	130.2	129.8	124.2	189.7	186.1	178.5	246	203.0
247	278.1	126.6	137.2	131.7	130.8	130.3	124.8	190.5	186.9	179.3		
248	279.2	127.1	137.7	132.3	131.3	130.9	125.3	191.3	187.6	180.1	248	204.7
249	280.3	127.7	138.3	132.9	131.9	131.5	125.9	192.1	188.4	180.8		
250	281.5	128.2	138.9	133.4	132.5	132.0	126.5	192.9	189.2	181.6	250	206.3
251	282.6	128.8	139.5	134.0	133.1	132.6	127.1	193.6	189.9	182.3		
252	283.7	129.3	140.1	134.6	133.6	133.2	127.6	194.4	190.7	183.1	252	208.0
253	284.8	129.9	140.7	135.1	134.2	133.8	128.2	195.2	191.5	183.8		
254	286.0	130.4	141.3	135.7	134.8	134.3	128.8	196.0	192.2	184.6	254	209.7
255	287.1	131.0	141.8	136.3	135.3	134.9	129.4	196.8	193.0	185.3		
256	288.2	131.6	142.4	136.8	135.9	135.5	130.0	197.5	193.8	186.1	256	211.3
257	289.3	132.1	143.0	137.4	136.5	136.0	130.5	198.3	194.6	186.8		
258	290.5	132.7	143.6	138.0	137.1	136.6	131.1	199.1	195.3	187.6	258	213.0
259	291.6	133.2	144.2	138.6	137.6	137.2	131.7	199.9	196.1	188.3		

(Continued)

AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1990)

REFERENCE TABLES

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose<sup>a</sup>, with values for maltose from the Munson and Walker table<sup>b</sup>; values expressed as mg  
—Continued.

Cu <sup>c</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>c</sup>	Glu- cose	Fru- ctose	Invert Sugar	Invert Sugar and Sucrose			Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose .H <sub>2</sub> O
					0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose .H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su- crose	1 Lactose 12 Su- crose		
260	292.7	133.8	144.8	139.1	138.2	137.8	132.3	200.7	196.9	189.1	260	214.7
261	293.8	134.3	145.4	139.7	138.8	138.3	132.9	201.4	197.6	189.8		
262	295.0	134.9	145.9	140.3	139.4	138.9	133.4	202.2	198.4	190.6	262	216.3
263	296.1	135.4	146.5	140.8	139.9	139.5	134.0	203.0	199.2	191.4		
264	297.2	135.0	147.1	141.4	140.5	140.1	134.6	203.8	199.9	192.1	264	218.0
265	298.3	136.5	147.7	142.0	141.1	140.7	135.2	204.6	200.7	192.9		
266	299.5	137.1	148.3	142.6	141.7	141.2	135.8	205.3	201.5	193.6	266	219.7
267	300.6	137.7	148.9	143.1	142.2	141.8	136.3	206.1	202.2	194.4		
268	301.7	138.2	149.5	143.7	142.8	142.4	136.9	206.9	203.0	195.1	268	221.3
269	302.9	138.8	150.1	144.3	143.4	143.0	137.5	207.7	203.8	195.9		
270	304.0	139.3	150.6	144.8	144.0	143.5	138.1	208.5	204.6	196.7	270	223.0
271	305.1	139.9	151.2	145.4	144.5	144.1	138.7	209.2	205.3	197.4		
272	306.2	140.4	151.8	146.0	145.1	144.7	139.3	210.0	206.1	198.2	272	224.6
273	307.4	141.0	152.4	146.6	145.7	145.3	139.8	210.8	206.9	198.9		
274	308.5	141.6	153.0	147.1	146.3	145.9	140.4	211.6	207.6	199.7	274	226.3
275	309.6	142.1	153.6	147.7	146.8	146.4	141.0	212.4	208.4	200.4		
276	310.7	142.7	154.2	148.3	147.4	147.0	141.6	213.2	209.2	201.2	276	228.0
277	311.9	143.2	154.8	148.9	148.0	147.6	142.2	214.0	210.0	202.0		
278	313.0	143.8	155.4	149.4	148.6	148.2	142.8	214.7	210.7	202.7	278	229.6
279	314.1	144.4	156.0	150.0	149.2	148.8	143.4	215.5	211.5	203.5		
280	315.2	144.9	156.5	150.6	149.7	149.3	143.9	216.3	212.3	204.2	280	231.3
281	316.4	145.5	157.1	151.2	150.3	149.9	144.5	217.1	213.0	205.0		
282	317.5	146.0	157.7	151.8	150.9	150.5	145.1	217.9	213.8	205.7	282	233.0
283	318.6	146.6	158.3	152.3	151.5	151.1	145.7	218.7	214.6	206.5		
284	319.7	147.2	158.9	152.9	152.1	151.7	146.3	219.4	215.4	207.3	284	234.6
285	320.9	147.7	159.5	153.5	152.6	152.2	146.9	220.2	216.1	208.0		
286	322.0	148.3	160.1	154.1	153.2	152.8	147.5	221.0	216.9	208.8	286	236.3
287	323.1	148.8	160.7	154.6	153.8	153.4	148.1	221.8	217.7	209.5		
288	324.2	149.4	161.3	155.2	154.4	154.0	148.6	222.6	218.4	210.3	288	238.0
289	325.4	150.0	161.9	155.8	155.0	154.6	149.2	223.3	219.2	211.1		
290	326.5	150.5	162.5	156.4	155.5	155.2	149.8	224.1	220.0	211.8	290	239.6
291	327.6	151.1	163.1	157.0	156.1	155.7	150.4	224.9	220.8	212.6		
292	328.7	151.7	163.7	157.5	156.7	156.3	151.0	225.7	221.5	213.4	292	241.3
293	329.9	152.2	164.3	158.1	157.3	156.9	151.6	226.5	222.3	214.1		
294	331.0	152.8	164.9	158.7	157.9	157.5	152.2	227.3	223.1	214.9	294	242.9
295	332.1	153.4	165.4	159.3	158.5	158.1	152.8	228.0	223.9	215.6		
296	333.3	153.9	166.0	159.9	159.0	158.7	153.4	228.8	224.6	216.4	296	244.6
297	334.4	154.5	166.6	160.5	159.6	159.3	154.0	229.6	225.4	217.2		
298	335.5	155.1	167.2	161.0	160.2	159.9	154.6	230.4	226.2	217.9	298	246.3
299	336.6	155.6	167.8	161.6	160.8	160.4	155.2	231.2	227.0	218.7		
300	337.8	156.2	168.4	162.2	161.4	161.0	155.7	232.0	227.7	219.5	300	247.9
301	338.9	156.8	169.0	162.8	162.0	161.6	156.3	232.7	228.5	220.2		
302	340.0	157.3	169.6	163.4	162.5	162.2	156.9	233.5	229.3	221.0	302	249.6
303	341.1	157.9	170.2	164.0	163.1	162.8	157.5	234.3	230.1	221.7		
304	342.3	158.5	170.8	164.5	163.7	163.4	158.1	235.1	230.8	222.5	304	251.3
305	343.4	159.0	171.4	165.1	164.3	164.0	158.7	235.9	231.6	223.3		
306	344.5	159.6	172.0	165.7	164.9	164.6	159.3	236.7	232.4	224.0	306	252.9
307	345.6	160.2	172.6	166.3	165.5	165.1	159.9	237.4	233.1	224.8		
308	346.8	160.7	173.2	166.9	166.1	165.7	160.5	238.2	233.9	225.6	308	254.6
309	347.9	161.3	173.8	167.5	166.7	166.3	161.1	239.0	234.7	226.3		

(Continued)

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose<sup>a</sup>, with values for maltose from the Munson and Walker table<sup>b</sup>; values expressed as mg  
—Continued.

Cu <sup>c</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>c</sup>	Glu- cose	Fruc- tose	Invert Sugar	Invert Sugar and Sucrose			Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose , H <sub>2</sub> O
					0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose , H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su- crose	1 Lactose 12 Su- crose		
310	349.0	161.9	174.4	168.0	167.2	166.9	161.7	239.8	235.5	227.1	310	256.3
311	350.1	162.5	175.0	168.6	167.8	167.5	162.3	240.6	236.3	227.9		
312	351.3	163.0	175.6	169.2	168.4	168.1	162.9	241.4	237.0	228.6	312	257.9
313	352.4	163.6	176.2	169.8	169.0	168.7	163.5	242.2	237.8	229.4		
314	353.5	164.2	176.8	170.4	169.6	169.3	164.1	243.0	238.6	230.2	314	259.6
315	354.6	164.7	177.4	171.0	170.2	169.9	164.7	243.7	239.4	230.9		
316	355.8	165.3	178.0	171.6	170.8	170.5	165.3	244.5	240.1	231.7	316	261.2
317	356.9	165.9	178.6	172.2	171.4	171.1	165.9	245.3	240.9	232.5		
318	358.0	166.5	179.2	172.8	172.0	171.7	166.5	246.1	241.7	233.2	318	262.9
319	359.1	167.0	179.8	173.3	172.6	172.2	167.1	246.9	242.5	234.0		
320	360.3	167.6	180.4	173.9	173.1	172.8	167.7	247.7	243.2	234.8	320	264.5
321	361.4	168.2	181.0	174.5	173.7	173.4	168.3	248.5	244.0	235.5		
322	362.5	168.8	181.6	175.1	174.3	174.0	168.9	249.2	244.8	236.3	322	266.2
323	363.6	169.3	182.2	175.7	174.9	174.6	169.5	250.0	245.6	237.1		
324	364.8	169.9	182.8	176.3	175.5	175.2	170.1	250.8	246.3	237.8	324	267.9
325	365.9	170.5	183.4	176.9	176.1	175.8	170.7	251.6	247.1	238.6		
326	367.0	171.1	184.0	177.5	176.7	176.4	171.3	252.4	247.9	239.4	326	269.6
327	368.2	171.6	184.6	178.1	177.3	177.0	171.9	253.2	248.7	240.1		
328	369.3	172.2	185.2	178.7	177.9	177.6	172.5	253.9	249.5	240.9	328	271.2
329	370.4	172.8	185.8	179.2	178.5	178.2	173.1	254.7	250.2	241.7		
330	371.5	173.4	186.4	179.8	179.1	178.8	173.7	255.5	251.0	242.4	330	272.9
331	372.7	173.9	187.0	180.4	179.7	179.4	174.3	256.3	251.8	243.2		
332	373.8	174.5	187.6	181.0	180.3	180.0	174.9	257.1	252.6	244.0	332	274.6
333	374.9	175.1	188.2	181.6	180.9	180.6	175.5	257.9	253.3	244.8		
334	376.0	175.7	188.8	182.2	181.5	181.2	176.1	258.7	254.1	245.5	334	276.2
335	377.2	176.3	189.4	182.8	182.1	181.8	176.7	259.4	254.9	246.3		
336	378.3	176.8	190.1	183.4	182.6	182.4	177.3	260.2	255.7	247.1	336	277.9
337	379.4	177.4	190.7	184.0	183.2	183.0	178.0	261.0	256.5	247.8		
338	380.5	178.0	191.3	184.6	183.8	183.6	178.6	261.8	257.2	248.6	338	279.5
339	381.7	178.6	191.9	185.2	184.4	184.2	179.2	262.6	258.0	249.4		
340	382.8	179.2	192.5	185.8	185.0	184.8	179.8	263.4	258.8	250.2	340	281.2
341	383.9	179.7	193.1	186.4	185.6	185.4	180.4	264.2	259.6	250.9		
342	385.0	180.3	193.7	187.0	186.2	186.0	181.0	265.0	260.4	251.7	342	282.9
343	386.2	180.9	194.3	187.6	186.8	186.6	181.6	265.8	261.1	252.5		
344	387.3	181.5	194.9	188.2	187.4	187.2	182.2	266.6	261.9	253.3	344	284.5
345	388.4	182.1	195.5	188.8	188.0	187.8	182.8	267.4	262.7	254.0		
346	389.5	182.7	196.1	189.4	188.6	188.4	183.4	268.1	263.5	254.8	346	286.2
347	390.7	183.2	196.7	190.0	189.2	189.0	184.0	268.9	264.2	255.6		
348	391.8	183.8	197.3	190.6	189.8	189.6	184.6	269.7	265.0	256.4	348	287.9
349	392.9	184.4	197.9	191.2	190.4	190.2	185.3	270.5	265.8	257.1		
350	394.0	185.0	198.5	191.8	191.0	190.8	185.9	271.3	266.6	257.9	350	289.5
351	395.2	185.6	199.2	192.4	191.6	191.4	186.5	272.1	267.4	258.7		
352	396.3	186.2	199.8	193.0	192.2	192.0	187.1	272.9	268.2	259.4	352	291.2
353	397.4	186.8	200.4	193.6	192.8	192.6	187.7	273.7	268.9	260.2		
354	398.5	187.3	201.0	194.2	193.4	193.2	188.3	274.4	269.7	261.0	354	292.8
355	399.7	187.9	201.6	194.8	194.0	193.8	188.9	275.2	270.5	261.8		
356	400.8	188.5	202.2	195.4	194.6	194.4	189.5	276.0	271.3	262.6	356	294.5
357	401.9	189.1	202.8	196.0	195.2	195.0	190.2	276.8	272.1	263.3		
358	403.1	189.7	203.4	196.6	195.8	195.7	190.8	277.6	272.8	264.1	358	296.2
359	404.2	190.3	204.0	197.2	196.4	196.3	191.4	278.4	273.6	264.9		

(Continued)

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose<sup>a</sup>, with values for maltose from the Munson and Walker table<sup>b</sup>; values expressed as mg  
—Continued.

Cu <sup>c</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>c</sup>	Glu- cose	Fruc- tose	Invert Sugar	Invert Sugar and Sucrose			Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose , H <sub>2</sub> O
					0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose , H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su- crose	1 Lactose 12 Su- crose		
310	349.0	161.9	174.4	168.0	167.2	166.9	161.7	239.8	235.5	227.1	310	256.3
311	350.1	162.5	175.0	168.6	167.8	167.5	162.3	240.6	236.3	227.9		
312	351.3	163.0	175.6	169.2	168.4	168.1	162.9	241.4	237.0	228.6	312	257.9
313	352.4	163.6	176.2	169.8	169.0	168.7	163.5	242.2	237.8	229.4		
314	353.5	164.2	176.8	170.4	169.6	169.3	164.1	243.0	238.6	230.2	314	259.6
315	354.6	164.7	177.4	171.0	170.2	169.9	164.7	243.7	239.4	230.9		
316	355.8	165.3	178.0	171.6	170.8	170.5	165.3	244.5	240.1	231.7	316	261.2
317	356.9	165.9	178.6	172.2	171.4	171.1	165.9	245.3	240.9	232.5		
318	358.0	166.5	179.2	172.8	172.0	171.7	166.5	246.1	241.7	233.2	318	262.9
319	359.1	167.0	179.8	173.3	172.6	172.2	167.1	246.9	242.5	234.0		
320	360.3	167.6	180.4	173.9	173.1	172.8	167.7	247.7	243.2	234.8	320	264.5
321	361.4	168.2	181.0	174.5	173.7	173.4	168.3	248.5	244.0	235.5		
322	362.5	168.8	181.6	175.1	174.3	174.0	168.9	249.2	244.8	236.3	322	266.2
323	363.6	169.3	182.2	175.7	174.9	174.6	169.5	250.0	245.6	237.1		
324	364.8	169.9	182.8	176.3	175.5	175.2	170.1	250.8	246.3	237.8	324	267.9
325	365.9	170.5	183.4	176.9	176.1	175.8	170.7	251.6	247.1	238.6		
326	367.0	171.1	184.0	177.5	176.7	176.4	171.3	252.4	247.9	239.4	326	269.6
327	368.2	171.6	184.6	178.1	177.3	177.0	171.9	253.2	248.7	240.1		
328	369.3	172.2	185.2	178.7	177.9	177.6	172.5	253.9	249.5	240.9	328	271.2
329	370.4	172.8	185.8	179.2	178.5	178.2	173.1	254.7	250.2	241.7		
330	371.5	173.4	186.4	179.8	179.1	178.8	173.7	255.5	251.0	242.4	330	272.9
331	372.7	173.9	187.0	180.4	179.7	179.4	174.3	256.3	251.8	243.2		
332	373.8	174.5	187.6	181.0	180.3	180.0	174.9	257.1	252.6	244.0	332	274.6
333	374.9	175.1	188.2	181.6	180.9	180.6	175.5	257.9	253.3	244.8		
334	376.0	175.7	188.8	182.2	181.5	181.2	176.1	258.7	254.1	245.5	334	276.2
335	377.2	176.3	189.4	182.8	182.1	181.8	176.7	259.4	254.9	246.3		
336	378.3	176.8	190.1	183.4	182.6	182.4	177.3	260.2	255.7	247.1	336	277.9
337	379.4	177.4	190.7	184.0	183.2	183.0	178.0	261.0	256.5	247.8		
338	380.5	178.0	191.3	184.6	183.8	183.6	178.6	261.8	257.2	248.6	338	279.5
339	381.7	178.6	191.9	185.2	184.4	184.2	179.2	262.6	258.0	249.4		
340	382.8	179.2	192.5	185.8	185.0	184.8	179.8	263.4	258.8	250.2	340	281.2
341	383.9	179.7	193.1	186.4	185.6	185.4	180.4	264.2	259.6	250.9		
342	385.0	180.3	193.7	187.0	186.2	186.0	181.0	265.0	260.4	251.7	342	282.9
343	386.2	180.9	194.3	187.6	186.8	186.6	181.6	265.8	261.1	252.5		
344	387.3	181.5	194.9	188.2	187.4	187.2	182.2	266.6	261.9	253.3	344	284.5
345	388.4	182.1	195.5	188.8	188.0	187.8	182.8	267.4	262.7	254.0		
346	389.5	182.7	196.1	189.4	188.6	188.4	183.4	268.1	263.5	254.8	346	286.2
347	390.7	183.2	196.7	190.0	189.2	189.0	184.0	268.9	264.2	255.6		
348	391.8	183.8	197.3	190.6	189.8	189.6	184.6	269.7	265.0	256.4	348	287.9
349	392.9	184.4	197.9	191.2	190.4	190.2	185.3	270.5	265.8	257.1		
350	394.0	185.0	198.5	191.8	191.0	190.8	185.9	271.3	266.6	257.9	350	289.5
351	395.2	185.6	199.2	192.4	191.6	191.4	186.5	272.1	267.4	258.7		
352	396.3	186.2	199.8	193.0	192.2	192.0	187.1	272.9	268.2	259.4	352	291.2
353	397.4	186.8	200.4	193.6	192.8	192.6	187.7	273.7	268.9	260.2		
354	398.5	187.3	201.0	194.2	193.4	193.2	188.3	274.4	269.7	261.0	354	292.8
355	399.7	187.9	201.6	194.8	194.0	193.8	188.9	275.2	270.5	261.8		
356	400.8	188.5	202.2	195.4	194.6	194.4	189.5	276.0	271.3	262.6	356	294.5
357	401.9	189.1	202.8	196.0	195.2	195.0	190.2	276.8	272.1	263.3		
358	403.1	189.7	203.4	196.6	195.8	195.7	190.8	277.6	272.8	264.1	358	296.2
359	404.2	190.3	204.0	197.2	196.4	196.3	191.4	278.4	273.6	264.9		

(Continued)

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose\*, with values for maltose from the Munson and Walker table\*; values expressed as mg  
—Continued.

Cu <sup>c</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Invert Sugar and Sucrose						Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose .H <sub>2</sub> O
		Glucose	Fructose	Invert Sugar	0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose .H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su-crose	1 Lactose 12 Su-crose		
360	405.3	190.9	204.7	197.8	197.1	196.9	192.0	279.2	274.4	265.7	360	297.8
361	406.4	191.5	205.3	198.4	197.7	197.5	192.6	280.0	275.2	266.4		
362	407.6	192.0	205.9	199.0	198.3	198.1	193.2	280.8	276.0	267.2	362	299.5
363	408.7	192.6	206.5	199.6	198.9	198.7	193.9	281.6	276.8	268.0		
364	409.8	193.2	207.1	200.2	199.5	199.3	194.5	282.4	277.5	268.8	364	301.2
365	410.9	193.8	207.7	200.8	200.1	199.9	195.1	283.2	278.3	269.6		
366	412.1	194.4	208.3	201.4	200.7	200.5	195.7	284.0	279.1	270.3	366	302.8
367	413.2	195.0	209.0	202.0	201.3	201.1	196.3	284.8	279.9	271.1		
368	414.3	195.6	209.6	202.6	201.9	201.7	196.9	285.6	280.7	271.9	368	304.5
369	415.4	196.2	210.2	203.2	202.5	202.4	197.6	286.3	281.5	272.7		
370	416.6	196.8	210.8	203.8	203.1	203.0	198.2	287.1	282.2	273.5	370	306.1
371	417.7	197.4	211.4	204.4	203.7	203.6	198.8	287.9	283.0	274.2		
372	418.8	198.0	212.0	205.0	204.3	204.2	199.4	288.7	283.8	275.0	372	307.8
373	419.9	198.5	212.6	205.7	204.9	204.8	200.0	289.5	284.6	275.8		
374	421.1	199.1	213.3	206.3	205.6	205.4	200.7	290.3	285.4	276.6	374	309.5
375	422.2	199.7	213.9	206.9	206.2	206.0	201.3	291.1	286.2	277.4		
376	423.3	200.3	214.5	207.5	206.8	206.6	201.9	291.9	286.9	278.2	376	311.1
377	424.4	200.9	215.1	208.1	207.4	207.3	202.5	292.7	287.7	278.9		
378	425.6	201.5	215.7	208.7	208.0	207.9	203.1	293.5	288.5	279.7	378	312.8
379	426.7	202.1	216.3	209.3	208.6	208.5	203.8	294.3	289.3	280.5		
380	427.8	202.7	217.0	209.9	209.2	209.1	204.4	295.0	290.1	281.3	380	314.5
381	428.9	203.3	217.6	210.5	209.8	209.7	205.0	295.8	290.9	282.1		
382	430.1	203.9	218.2	211.1	210.4	210.3	205.6	296.6	291.7	282.9	382	316.1
383	431.2	204.5	218.8	211.8	211.1	211.0	206.3	297.4	292.4	283.6		
384	432.3	205.1	219.5	212.4	211.7	211.6	206.9	298.2	293.2	284.4	384	317.8
385	433.5	205.7	220.1	213.0	212.3	212.2	207.5	299.0	294.0	285.2		
386	434.6	206.3	220.7	213.6	212.9	212.8	208.1	299.8	294.8	286.0	386	319.4
387	435.7	206.9	221.3	214.2	213.5	213.4	208.8	300.6	295.6	286.8		
388	436.8	207.5	221.9	214.8	214.1	214.0	209.4	301.4	296.4	287.6	388	321.1
389	438.0	208.1	222.6	215.4	214.7	214.7	210.0	302.2	297.2	288.4		
390	439.1	208.7	223.2	216.0	215.4	215.3	210.6	303.0	298.0	289.2	390	322.8
391	440.2	209.3	223.8	216.7	216.0	215.9	211.3	303.8	298.8	290.0		
392	441.3	209.9	224.4	217.3	216.6	216.5	211.9	304.6	299.5	290.7	392	324.4
393	442.5	210.5	225.1	217.9	217.2	217.1	212.5	305.4	300.3	291.5		
394	443.6	211.1	225.7	218.5	217.8	217.8	213.2	306.2	301.1	292.3	394	326.1
395	444.7	211.7	226.3	219.1	218.5	218.4	213.8	307.0	301.9	293.1		
396	445.8	212.3	226.9	219.8	219.1	219.0	214.4	307.8	302.7	293.9	396	327.7
397	447.0	212.9	227.6	220.4	219.7	219.6	215.1	308.6	303.5	294.7		
398	448.1	213.5	228.2	221.0	220.3	220.3	215.7	309.4	304.3	295.5	398	329.4
399	449.2	214.1	228.8	221.6	220.9	220.9	216.3	310.2	305.1	296.3		
400	450.3	214.7	229.4	222.2	221.5	221.5	217.0	311.0	305.9	297.1	400	331.1
401	451.5	215.3	230.1	222.9	222.2	222.1	217.6	311.8	306.7	297.9		
402	452.6	215.9	230.7	223.5	222.8	222.8	218.2	312.6	307.5	298.7	402	332.7
403	453.7	216.5	231.3	224.1	223.4	223.4	218.9	313.4	308.3	299.5		
404	454.8	217.1	232.0	224.7	224.0	224.0	219.5	314.2	309.1	300.3	404	334.4
405	456.0	217.8	232.6	225.4	224.7	224.7	220.1	315.0	309.9	301.1		
406	457.1	218.4	233.2	226.0	225.3	225.3	220.8	315.9	310.7	301.9	406	336.0
407	458.2	219.0	233.9	226.6	225.9	225.9	221.4	316.7	311.5	302.7		
408	459.3	219.6	234.5	227.2	226.6	226.5	222.0	317.5	312.3	303.5	408	337.7
409	460.5	220.2	235.1	227.9	227.2	227.2	222.7	318.3	313.1	304.3		

(Continued)

940.39 Hammond table for calculating glucose, fructose, and Invert sugar and lactose alone and in the presence of sucrose\*, with values for maltose from the Munson and Walker table\*; values expressed as mg  
—Concluded.

Cu <sup>r</sup>	Cu <sub>2</sub> O <sup>c</sup>	Glu- cose	Fruc- tose	Invert Sugar	Invert Sugar and Sucrose			Lactose, H <sub>2</sub> O and Sucrose			Cu <sub>2</sub> O <sup>d</sup>	Maltose H <sub>2</sub> O
					0.3 g Total Sugar	0.4 g Total Sugar	2.0 g Total Sugar	Lactose H <sub>2</sub> O	1 Lactose 4 Su- crose	1 Lactose 12 Su- crose		
410	461.6	220.8	235.8	228.5	227.8	227.8	223.3	319.1	313.9	305.1	410	339.4
411	462.7	221.4	236.4	229.1	228.4	228.4	224.0	319.9	314.7	305.9		
412	463.8	222.0	237.1	229.7	229.1	229.1	224.6	320.7	315.5	306.7	412	341.0
413	465.0	222.6	237.7	230.4	229.7	229.7	225.3	321.6	316.3	307.6		
414	466.1	223.3	238.4	231.0	230.4	230.4	225.9	322.4	317.1	308.4	414	342.7
415	467.2	223.9	239.0	231.7	231.0	231.0	226.6	323.2	317.9	309.2		
416	468.4	224.5	239.7	232.3	231.6	231.7	227.2	324.0	318.7	310.0	416	344.4
417	469.5	225.1	240.3	232.9	232.3	232.3	227.8	324.9	319.5	310.8		
418	470.6	225.7	241.0	233.6	232.9	232.9	228.5	325.7	320.3	311.7	418	346.0
419	471.7	226.3	241.6	234.2	233.5	233.6	229.1	326.5	321.2	312.5		
420	472.9	227.0	242.2	234.8	234.2	234.2	229.8	327.4	322.0	313.4	420	347.7
421	474.0	227.6	242.9	235.5	234.8	234.9	230.4	328.2	322.8	314.2		
422	475.1	228.2	243.6	236.1	235.5	235.5	231.1	329.1	323.6	315.0	422	349.3
423	476.2	228.8	244.3	236.8	236.2	236.2	231.8	329.9	324.5	315.9		
424	477.4	229.5	244.9	237.5	236.8	236.9	232.4	330.8	325.3	316.8	424	351.0
425	478.5	230.1	245.6	238.1	237.5	237.5	233.1	331.7	326.2	317.6		
426	479.6	230.7	246.3	238.8	238.2	238.2	233.8	332.6	327.0	318.5	426	352.7
427	480.7	231.4	247.0	239.5	238.8	238.9	234.5	333.5	327.9	319.4		
428	481.9	232.0	247.8	240.2	239.5	239.6	235.1	334.4	328.8	320.4	428	354.3
429	483.0	232.7	248.5	240.8	240.2	240.3	235.8	335.3	329.7	321.3		
430	484.1	233.3	249.2	241.5	240.9	241.0	236.5	336.3	330.6	322.3	430	356.0
431	485.2	234.0	250.0	242.3	241.7	241.7	237.2	337.3	331.5	323.3		
432	486.4	234.7	250.8	243.0	242.4	242.5	238.0	338.3	332.5	324.4	432	357.6
433	487.5	235.3	251.6	243.8	243.2	243.3	238.7	339.4	333.5	325.5		
434	488.6	236.1	252.7	244.7	244.1	244.2	239.6	340.7	334.6	326.7	434	359.3
435	489.7	236.9	253.7	245.6	245.1	245.1	240.4	342.0	335.8	328.1		
											436	361.0
											438	362.6
											440	364.3
											442	365.9
											444	367.6
											446	369.3
											448	370.9
											450	372.6
											452	374.2
											454	375.9
											456	377.6
											458	379.2
											460	380.9
											462	382.5
											464	384.2
											466	385.9
											468	387.5
											470	389.2
											472	390.8
											474	392.5
											476	394.2
											478	395.8
											480	397.5
											482	399.1
											484	400.8
											486	402.4
											488	404.1
											490	405.8