

Új módszer lisztkivonatok szulfhidriltartalmának meghatározására II.

NOSTICZIUS ÁRPÁD

Agrártudományi Főiskola, Kémia-Talajtani Tanszék
Mosonmagyaróvár

Előző közleményemben [9] a szulfhidril-gyöknek elemi jód fölöslegében történő meghatározását írtam le. Az ecetsavas közegben alkalmazott elemi jód meghatározott mennyiségét a szulfhidril-gyök jodidionná alakítja. A jodidion elemi jód fölöslegében jól mérhető abszorpció értéket ad.

A módszer további tanulmányozása során a reakció végbemenetelének legvalószínűbb formáját, a reakcióidő befolyását, a módszer megbízhatóságát és a kapott adatok más módszerek adataival és irodalmi értékekkel való összehasonlítását vizsgáltam.

A reakció lefolyása

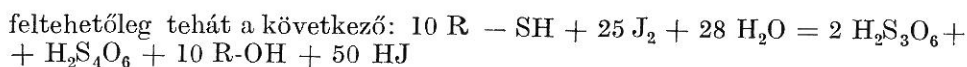
Első pillantásra közönséges redox-reakciónak tűnik az -SH és jód közötti folyamat. A reakció menetének kiderítése céljából különböző jodid-mennyiségeket is bemértem a standard ciszteinnel egyidőben. A vizsgálandó mennyiséget 4 ml oldat tartalmazza, ehhez 4 ml 0,02%-os jódoldatot adtam. A „vak” próbával szemben 420nm-en fotometráltam (1. táblázat).

Az 1. táblázat adatainak bizonyossága szerint egyetlen -SH-gyök oxidációjakor öt jodidion keletkezik. Ezek szerint tehát az -SH-gyök oxidációja jóval túlmegy a diszulfid fokozaton. Erre a tényre ugyan már KONG, MECHAM és PENCE [7] is utal az o-jodozobenzoesavas módszer kapcsán, de egészen bizonytalan feltevés formájában. Az -SH és jód közötti reakció során mindig ötszörös jodid-mennyiség mérhető. Szulfátion nem mutatható ki az -SH és az elemi jód reakciója során. Ha a reakció idáig eljutna, egyébként is nyolc egyenértéknyi jodidnak kellene keletkeznie. Alacsonyabb oxidációsforma — mint pl. a szulfid-ion — nem keletkezik, mert ezt a jelenlevő jódfelesleg azonnal szulfáttá oxidálná. Minden valószínűség szerint politionsavszármazék a végtermék. A politionsavak származékai elemi jód jelenlétében is stabilak. Ezt bizonyítja a tetracionátion példája, amely a tioszulfátból elemi jód hatására keletkezik. Az -SH és elemi jód között lejátszódó reakció

1. táblázat

A szabad-SH hatására keletkező jodidion mennyiségének vizsgálata

(1) Bemért mennyiség	(2) Extinkció × 100
1 gamma -SH	10,5
2 gamma -SH	18,2
3 gamma -SH	26,0
4 gamma -SH	34,0
5 gamma -SH	42,0
3 gamma -SH-) 5 gamma -SH-) 10 gamma -SH-) 20 gamma -SH-)	4,0 7,5 18,0 36,0



A reakcióidő befolyása a mért-SH-mennyiségre

A reakcióidőtől való erős függés ennél a módszernél is tapasztalható. Ezért azon igyekeztem, hogy találjak a reakcióidőben egy hosszabb intervallumot, melyben a változás elhanyagolható mértékű. A reagensek összeöntésétől számított első félórán rohamosan emelkednek az extinkcióértékek, ezután lassúbb az emelkedés, kb. 90 perccel a reagensek összeöntése után annyira lelassul a reakció, hogy további egy óra eltelte alatt kb. 5%-kal emelkednek az adatok. Pulfrich-fotométerhez Elpho II-t használva 25 tagból álló sorozatot kétszer egymásután lemérve teljesen azonos adatok nyerhetők. A reakció egyensúlyi állapota kb. 20 óra eltelte után következik be, ekkor már a diszulfid-kötéseket is megtámadja a jód.

A meghatározás pontossága, megbízhatósága

Ha három ismétlésben az értékek szórása minimális, vagy szórást egyáltalán nem tapasztalunk, akkor a legigényesebb meghatározásnál sem szükséges több ismétlés beállítása.

A 2. táblázat háromszoros ismétlésben szemlélteti négy különböző -SH-tartalmú anyag meghatározását. Az „a” és „b” meghatározásnál különböző koncentrációjú marhaplazma-albumin, a „c” és „d” anyag mérésénél különböző minőségű ovalbumin a vizsgált anyag.

2. táblázat

A mérés reprodukálhatósága különböző fehérjeoldatokban

Fehérje oldatok	(1)	(2)
	Ismétlés	Extinkció $\times 100$
a)	1	32,0
	2	32,0
	3	32,0
b)	1	36,2
	2	36,2
	3	36,2
c)	1	32,0
	2	32,5
	3	32,2
d)	1	34,0
	2	34,0
	3	34,0

3. táblázat

A reprodukálhatóság a vizsgálandó anyag mennyiségétől függően

(1)	(2)	(3)	(4)
Vizsgálandó mennyiség	Extinkció $\times 100$	1 g lisztben mért gamma-SH	Átlag
2 gamma -SH	25,1		
3 gamma -SH	34,1		
4 gamma -SH	42,2		
5 gamma -SH	50,5		
6 gamma -SH	56,0		
0,2 ml kivonat	40,2	175,0	
0,2 ml kivonat	40,2	175,0	175,0
0,3 ml kivonat	48,0	180,0	176,0
0,3 ml kivonat	47,0	172,0	
0,4 ml kivonat	54,8	190,0	179,5
0,4 ml kivonat	52,5	169,0	

A középérték közepes hibája $\pm 3,027$

(3) Középérték közepes hibája 0,1445
(4) Relatív hiba % 0,4483

A relatív hiba 1,712%

A vizsgálandó anyag 5 g BL 160-ból készült tézta 100 ml 50%-os ecetsavval adott kivonattal tartalmazza.

Az új módszer használhatóságát tág koncentráció-értékek között a 3. táblázat szemlélteti. Ugyanazon anyag -SH-tartalmát kétszeres töménységben meghatározva gyakorlatilag azonos értéket kapunk.

Amint a táblázatból látható, a módszer jól használható a vizsgálandó anyag viszonylag nagy koncentrációja mellett is, hiszen a gyakorlatban csak az 5%-nál nagyobb relatív hibát adó módszereket szoktuk elvetni, míg az új meghatározás még viszonylag nagy koncentráció-intervallum mellett is mindössze 1,7% relatív hibát eredményezett.

A 2. és 3. táblázat adatai azt bizonyítják, hogy egészen pontos — szinte szórás nélküli — adatokat akkor kapunk, ha a vizsgálandó anyagunk -SH tartalmát 2 gamma -SH-mennyiség alá állítjuk be.

Az új módszer összehasonlítása az eddigi módszerekkel

Összehasonlító módszerként DE LANGE és HINTZER [2, 3] leírása alapján polarográfiás meghatározást végeztem. A görbék nagyon szép lépcsőt adtak ha standard cisztein oldatot mértem. Azonban elmosódnak a lépcsők és a szokottnál jóval nagyobb -SH-értékek mérhetőek oldható fehérjék esetében. E jelenség oka a diszulfid-csoportok hatásában keresendő. Erre utal az a tény is, hogy HEYROVSKY és ZUMAN [6] hasonló körülmények mellett a polarográfiás meghatározást cisztin mérésére használták fel.

Összehasonlító módszerként megfelelően bizonyult a STERN [11] által közölt jodátos titrálási eljárás. Némileg módosítanom kellett az eredeti meghatározást. Kivonószerként desztillált vizet használtam és a titráláshoz szükséges savanyítást ecetsavval vittem véghez. A meghatározás folyamán 10 ml

4. táblázat

Az új módszer adatainak összehasonlítása a jodátos meghatározás értékeivel

N ^o	(1)* Vizsgált anyag		(2)	(3)	(4) Irodalmi érték
			Jodátos meghatározással	Új módszerrel	
m é r v e					
1.	BL	51-es liszt	10,2	21,7	g. SH ⁻ /10 ⁶ g liszt
2.	BL	55-ös liszt	22,5	22,7	
3.	BF	53-as liszt	30,1	22,5	
4.	BFF	55-ös liszt	14,9	24,4	
5.	BL	112-es liszt	22,5	35,5	
6.	BL	160-as liszt	27,5	48,6	
7.	BL	225-ös liszt	12,5	48,4	
8.	RL	90-es liszt	25,0	42,2	
9.	RL	125-ös liszt	25,0	45,4	
10.	Ovalbumin Merek készítmény		2,1333	1,977	2,9–3,9 ill. 5,5 ekvivalens SH ⁻ /mól
11.	Ovalbumin Koelmeister készítmény		2,194	1,995	
12.	Ovalbumin technikai minőségű		1,828	2,576	

* 1–9. szabványminőségű lisztminták. A szabványosított jelölésben B = búza, R = rozs, L = liszt, F = a liszt fogóssága, a számjegyek a hamutartalmat jelzik: pl. BL 51 olyan búzaliszt, melynek hamutartalma 0,51%

vizsgálendő oldathoz 10 ml tömény ecetsavat, 2,5 ml 5%-os KJ oldatot és indikátorként keményítőoldatot alkalmaztam. Mérőoldatként 0,001 n KH/JO₃/2 -ot használtam (4. táblázat).

Az ovalbumin meghatározásokor telített desztillált vizes oldat szulfhidril-tartalmát mértem, majd Kjeldahl módszerrel meghatároztam az oldat fehérje-tartalmát. Mólsúlyként az átlagos 40 000-es értéket használtam. Az ovalbumin szulfhidril-tartalma az irodalomban 2,9—3,9 ekvivalens pro mól érték [1, 4, 5, 7, 8], kivéve az o-jodozobenzoesavas módszerrel mért 5,5-ös adatot [7].

Amint a 4. táblázat adataiból látható, a két meghatározása mód közel azonos értékeket nyújt. De míg az új módszer adatai a liszt-minőség romlásával egyenletesen nőnek, addig a jódátos eljárással kapott értékek teljesen szabálytalanul változnak. Az „irodalmi érték” rovatban közölt 5,5 ekvivalens-SH pro mól érték feltüntetésével szeretném szemléltetni, hogy a gyakran használt meghatározási módok között milyen nagy különbségek lehetségesek. Mindemellett használják mindegyik eljárást, mert általában a relatív adatok ismerete fontos az egyes kutatók számára, és azonos mérési mód használata esetében az eltérő anyagok szulfhidril-tartalmának különbsége így is jól érzékelhető.

Ha nem fehérje-készítményeket hasonlítunk össze, hanem lisztkivonatok, illetve a liszt összes fehérjéjének -SH-tartalmát, akkor egészen változatos képet kapunk. Ezt szemlélteti az 5. táblázat. A táblázatban a zárójelbe helyezett számok azon közlemény hivatkozási számai, melyekben a közölt értékek megjelentek.

5. táblázat

Lisztek -SH-tartalma
Összehasonlítás az új és a régebbi módszerekkel kapott értékek között

N ^o	(1) Módszerek	(2)	(3)	(4)	(5)
		Oldható	Teljes	Oldható	Nem oldható
		lisztfehérjék -SH-tartalma g -SH/10 ⁶ g			
		lisztben kifejezve		fehérjében kifejezve	
1.	Új módszer	21 — 49	120 — 220	1360*	1680*
2.	Polarográfiás	27 — 110 ⁽³⁾	80 — 200 ⁽³⁾	1250 — 6810 ⁽²⁾	760 — 1660 ⁽²⁾
3.	Amperometrikus titrálás (HgCl ₂ ill. AgNO ₃)	6 — 10 ⁽⁷⁾	21 — 45 ^{(10)**}	165 — 330 ⁽⁷⁾	390 — 430 ⁽⁷⁾
4.	o-jodozobenzoesavas	23 ⁽⁷⁾	50 ^{(7)**}	—	—

* A kereskedelmi „Finomliszt”-re vonatkozó érték.

** Vizes pépben mérve (ún. slurri-ban).

Amint az 5. táblázatból látható, az új módszer adatai szinte teljesen egyeznek a DE LANGE és HINTZER által [2, 3] közölt polarográfiásan mért értékekkel, viszont kb. ötször olyan nagyok az adatok, mint a HgCl₂-os vagy AgNO₃-as amperometrikus titrálással nyert értékek. Ovalbumin esetében alacsonyabbak az új módszer adatai, mint az amperimetrikusan mért értékek. Egészen különös helyet foglal el az o-jodozobenzoesavas meghatározás, mert ez az ovalbuminnál egészen magas értéket ad, míg a lisztben az új módszerrel kb.

azonos -SH tartalmat mutat. A különböző meghatározással kapott adatok közötti eltérés azonban jól magyarázható, ha figyelembe vesszük az egyes reagensek tulajdonságait.

Következtetések

Az amperometrikus titráláshoz használt mindkét reagens nehéz fémsó. A nehéz fémsók viszont fehérje kicsapószeresek. Hogy valóban fehérjekicsapás történik, azt igazolja az is, hogy a lisztnek amperometrikusán mért teljes -SH tartalma ugyancsak kb. 4,5-szerese az oldható fehérje -SH tartalmának. A teljes -SH-tartalmat ún. slurri-ban mérték. Három súlyrésznvi liszthez 4 súlyrésznvi vizet adtak, élelmiszer keverőben pár percig keverték és ezután titrálták. Itt nyilván oldhatatlan formában volt jelen a fehérje, csak a külső felületen jelenlevő -SH-t mérhették. Az oldható és teljes -SH közötti arány viszont kb. azonos a polarográfias és az új módszerrel kapott értékek arányával, tehát az ún. oldható fehérje is kicsapódott még mielőtt a jelenlevő -SH-tartalmat meghatározhatták volna. Az ovalbumin jól oldódó fehérje, nem hajlamos koagulálásra, ezzel magyarázható, hogy miért mér nagyobb értékeket az amperometrikus titrálás ezen albumin esetén, mint az új módszer.

KONG, MECHAM és PENCE [7] HgCl_2 -os amperometrikus meghatározásánál a többszörös visszatitrálásból származó hibán kívül nagy hibát jelent az is, hogy az N-etilmaleimid molekula — valószínűen nagy térfogata miatt — az -SH mennyiségnek csak kis részét méri. Erről számol be SOKOL, MECHAM és PENCE [10] cikke. Megállapításuk szerint, ha az N-etilmaleimid koncentrációja kétszerese az -SH-koncentrációnak (egyenértékben), 20 perc reakcióidő után még mindig csak 40% -SH-t mér a N-etilmaleimid. KONG, MECHAM és PENCE [7] viszont mindössze 5 percig kezelték N-etilmaleimiddal a lisztkivonatot, majd plazma-albumin hozzáadása után titrálták HgCl_2 -dal. Mégis közel azonos eredményeket kaptak AgNO_3 -tal és HgCl_2 -dal lisztkivonatokra vonatkozóan. Ebből nyilvánvalóan következik, hogy az AgNO_3 kifejti koaguláló hatását és az eredmények csak a fehérje külső felületén elhelyezkedő -SH-csoportokra korlátozódnak.

Az új módszer egyik nagy előnye, abban rejlik, hogy a fehérje oldott állapotban van jelen — ezt az 50%-os ecetsav biztosítja — így a reakció tökéletesen végbemehet a reagens és az -SH-csoport között. Más kéntartalmú vegyületet gyakorlatilag nem mér be, ezt bizonyította a cisztinnel és metioninnal végzett kísérlet.

A mérés kivitelezése szempontjából nagy előnyt jelent az új módszer egyszerűsége, nagy érzékenysége. Az eljárás alkalmas sorozat vizsgálatok végzésére is, mert egyidejűleg sok minta -SH tartalma határozható meg segítségével. A módszer elterjedését az is elősegítheti, hogy nem igényel különleges laboratóriumi berendezést.

Összefoglalás

Az elemi jód és a szulfhidril-gyök között lezajló reakció során minden valószínűség szerint politionsav-származékká alakul a kéntartalom a közölt reakcióegyenlet szerint.

A fotometrálist a legcélszerűbb a reagensek összeöntése után 90 perccel végezni.

A módszer jól reprodukálható értékeket ad. A legcélszerűbb a vizsgálandó anyag mennyiségét 2 gamma -SH érték alá leszorítani.

Az új módszer adatai közelállnak a jódátos meghatározással kapott értékekhez, mind ovalbuminok, mind lisztkivonatok esetében. Az irodalmi adatokhoz viszonyított eltérés is jól magyarázható, ha figyelembe vesszük az egyes reagensok tulajdonságait.

A meghatározás előnye, hogy a fehérje a mérés egész folyamata alatt oldott alakban van jelen. A mérés könnyen végrehajtható, jól reprodukálható adatokat szolgáltat, sorozat vizsgálatra alkalmas és nem igényel különleges laboratóriumi berendezést.

Irodalom

- [1] BENESH, R. E., LARDY, H. A. & BENESH, R.: The sulfhydryl groups of crystalline proteins. *J. Biol. Chem.* **216**. 663—676. 1955.
- [2] DE LANGE, P. & HINTZER, H. M. R.: Studies on wheat proteins. I. *Cereal Chem.* **32**. 307—313. 1955.
- [3] DE LANGE, P. & HINTZER, H. M. R.: Studies on wheat proteins. II. *Cereal Chem.* **32**. 314—324. 1955.
- [4] GREENSTEIN, J. P.: Sulfhydryl groups in proteins. *J. Biol. Chem.* **128**. 233—240. 1939.
- [5] HESS, W. C. & SULLIVAN, M. X.: The cysteine, cystine and methionine content of proteins. *J. Biol. Chem.* **15**. 635—642. 1943.
- [6] HEYROVSKY, J. & ZUMAN, P.: Bevezetés a gyakorlati polarográfiába. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1955.
- [7] KONG, R. V., MECHAM, D. K. & PENCE, J. W.: Sulfhydryl groups in wheat flour. *Cereal Chem.* **34**. 201—211. 1957.
- [8] MAC DONELL, L. R., SILVA, R. B. & FEENEY, R. E.: The sulfhydryl groups of ovalbumin. *Arch. Biochem. Biophys.* **32**. 288—299. 1951.
- [9] NOSTICZIUS, Á.: Új módszer lisztkivonatok szulfhidriltartalmának meghatározására. *I. Agrokémia és Talajtan.* **13**. 311—324. 1964.
- [10] SOKOL, H. A., MECHAM, D. K. & PENCE, J. W.: Observation on the reactivity of sulfhydryl groups in wheat flour. *Cereal Chem.* **37**. 151—158. 1960.
- [11] STERN, H.: Determination of sulfhydryl groups. *Moderne Methoden der Pflanzenanalyse.* **6**. 21—51. Springer Berlin—Göttingen—Heidelberg. 1963.

Érkezett: 1964 okt. 21.

A New Method to Determine the Sulfhydryl Contents of Flour Extracts II

Á. NOSTICZIUS

College of Agricultural Sciences, Department of Chemistry and Soil Sciences, Mosonmagyaróvár (Hungary)

Summary

Reaction taking place between elementary iodine and sulfhydryl radicle passes beyond the disulphide grade. The most probable process of the oxidation of the sulfhydryl radicle is demonstrated in the reaction equation. According to this assumption the -SH radicle is transformed into a polythionic acid derivative.

It is practical to carry out photometry 90 minutes after pouring together the reagents because during a further hour the values only increase by 5 per cent.

The method supplies readily reproducible values. It is most suitable to the purpose in view to cut down the amount of substance to be examined below the 2 gamma -SH value.

The data from the new method are near the values obtained with the iodate determination both in the case of flour extracts and ovalbumins. The deviation from literary data is easy to explain if the properties of the reagents are taken into consideration.

An advantage of the new method is that the protein remains in dissolved condition during the whole process of measurement. The determination is easy to carry out, gives readily reproducible values and is well adapted to series examinations, not requiring special laboratory installation.

Table 1. Investigation of the quantity of iodine ion arising on the effect of free -SH (1) Quantity weighed in. (2) Hundredfold of the extinction observed. 6. 7. 8. 9. Iodide ion corresponding to x gamma -SH.

Table 2. Illustration of the reproducibility of measurement on the basis of the determination of the -SH contents of four different protein solutions measured in three replications. (1) Replications. (2) Hundredfold of extinction (3) Medium error of mean value. (4) Relative error per cent.

Table 3. Illustration of reproducibility as a function of the change of the amount to be measured. (1) Amount to be measured. (2) Hundredfold of extinction. (3) g-SH/10⁶ g flour measured. (4) Measured average in each concentration g-SH/10⁶ g flour.

Table 4. Comparison of the data of the new method with the values of iodate determination. (1) Material examined. (2) Measured with iodate determination. (3) Measured with new method. (4) Value from literature 1.—9. Flour samples of standard quality. In the standardized marking B marks wheat, R rye. L points to flour. F indicates the "Griffigkeit" of flour. Numerals point to ash content, e.g. B1 51 means a wheat flour the ash content of which is 0.51%. 10. Ovalbumine manufactured by Merck. 11. Ovalbumine manufactured by Kochmeister. 12. Ovalbumine of technical quality.

Table 5. -SH contents of flours. A comparison between values obtained with the new and the older methods. (1) Methods. (2) -SH contents of soluble flour proteins expressed in g SH/10⁶ g flour. (3) Total -SH contents of flour proteins as expressed in g -SH/10⁶ g flour. (4) -SH contents of soluble flour proteins as expressed in g -SH/10⁶ g protein. (5) -SH contents of non soluble flour proteins as expressed in g -SH/10⁶ protein. 1. New method. 2. Polarographic. 3. Amperometrical titration. 4. O-iodosobenzoic acid.

Nuevos métodos para la determinación de contenido sulfhídrico de los extractos de harina II

Á. NOSTICZIUS

Escuela Superior de las Ciencias Agrícolas, Departamento de Suelos y Agroquímica, Mosonmagyaróvár (Hungría)

Resumen

Según toda probabilidad, en el curso de la reacción entre el yodo elemental y la raíz sulfhídrica el contenido sulfúrico se transforma en derivado de ácido-politión, conforme a la ecuación de reacción mencionada.

El más conveniente es de realizar la fotometría 90 minutos después del mezclado de los reagentes.

El método tiene resultados bien reproducibles. El más oportuno es de reducir la cantidad del material a examinar bajo el valor de 2 gamas -SH.

Los datos del nuevo método son próximos a los valores recibidos por la determinación de yodato tanto en el caso de los ovalbúminas como en el de los extractos de harina. La divergencia relacionada a los datos de la literatura puede explicarse bien teniendo en cuenta las propiedades de los varios reagentes.

La ventaja de esta determinación es de que durante todo el curso de la medición la proteína está presente en solución. La medición puede realizarse fácilmente, presta datos bien reproducibles, es apta para experimentos en serie y no exige equipo especial de laboratorio.

Tabla 1 Análisis de la cantidad de ion-yodid que se forma como efecto del -SH libre (1) Cantidad medida (2) Céntuplo de la extinción observada.

Tabla 2 Demostración de la reproducibilidad de medición a base de la determinación de contenido de -SH medido tres veces con cuatro diferentes soluciones de proteína. (1) Repetición (2) Céntuplo de la extinción (3) Error medio del valor medio (4) Error relativo %.

Tabla 3 Demostración de la reproducibilidad en función de la variación de cantidad del material a examinar (1) Cantidad a examinar (2) Céntuplo de la extinción (3) -SH/10⁶ en 1 g harina/gama (4) Promedio medido con cada concentración g -SH/10⁶ g harina.

Tabla 4 Comparación de los datos del nuevo método con los valores de la determinación con yodato (1) Material a examinar (2) — (3) Medido con: Determinación con yodato

— Nuevo método (4) Valor de la literatura) 1.—9. harina 10. Producto Merck de ovalbúmina 11. Producto Kochmeister de ovalbúmina 12. Ovalbúmina en calidad técnica

Tabla 5 Contenido -SH de las harinas — Comparación entre los valores obtenidos con los métodos nuevos y anteriores (1) Métodos (2) Soluble (3) Total (4) Soluble (5) Insoluble Contenido de -SH de la proteína de harina (2) y (3) en nivel de harina; (4) y (5) en nivel de proteína. Nuevo método 2. Método polarográfica 3. Titrición amperométrica 4. Método o-ftéidjodzobenzoc.

Новый метод определения содержания сульфгидрила в вытяжках из муки II

A. НОСТИЦИУС

Кафедра Химии и Почвоведения ВУЗа Аграрных Наук, Мошонмадьаровар (Венгрия)

Резюме

Реакция между элементарным иодом и сульфгидрильными группами идёт дальше стадии образования дисульфида. Процесс окисления сульфгидрильных групп вероятнее всего протекает по приведенной в тексте реакции. Исходя из этих предположений—сульфгидрильные группы преобразуются в производные полиитионовой кислоты.

Фотометрирование рекомендуется проводить по истечению 90 минут после сливания реагентов, так как за последующий час показатели повышаются только на пять процентов.

Новый метод дает хорошо воспроизводимые значения. Самым целесообразным является уменьшение содержания сульфгидрильных групп до значения ниже 2-х гамм.

Данные, полученные новым методом близки по своим значениям к данным, полученным податным методом, как в случае вытяжек из муки, так и в случае овалбуминов. Отклонения от литературных данных хорошо объясняются, если принимать во внимание различные свойства применяемых реагентов.

Преимущество нового метода заключается в том, что белки во время определения остаются в растворенном состоянии. Определение легко осуществляется, дает хорошо воспроизводимые результаты, пригоден для серийных определений и не требует особого лабораторного оборудования.

Табл. 1. Определение количества освобожденных ионов иодида из свободных сульфгидрильных групп. (1) Навеска. (2) Количество ионов иодида, соответствующее наблюдаемой 100 кратной экстинкции 6.7.8.9 x гамма — SH.

Табл. 2. Воспроизводимость измерений, показанная на примере определения содержания сульфгидрильных групп в 4-х различных белковых растворах с трехкратной повторностью. (1) Повторность. (2) 100-кратная экстинкция. (3) Средняя ошибка средних значений. (4) Относительная ошибка в %.

Табл. 3. Воспроизводимость измерений в зависимости от количества определяемого вещества. (1) Количество определяемого вещества. (2) 100-кратная экстинкция. (3) Измеренная $g-SH/10^6$ g муки. (4) Среднее значение измеренное для отдельных концентраций $g-SH/10^6$ g муки

Табл. 4. Сравнение данных, полученных новым методом с данными податного определения. (1) Определяемое вещество. (2) Определено податным методом. (3) Определено новым методом. (4) Литературные данные. 1.2.3.4.5.6.7.8.9. образцы муки стандартного качества. В стандартных обозначениях В = пшеница, R = рожь, L = мука. F обозначает клейкость муки. Цифры обозначают различные содержания золы. Например, В L 51 обозначает такую муку, в которой содержится 0,51% золы. 10. Овалбумин в изготовлении Мерка. 11. Овалбумин в изготовлении Кохмейстера. 12. Овалбумин технический.

Табл. 5. Сравнение содержания сульфгидрила в муке, определенного новым методом и другими методами, взятыми из литературы. (1) Методы. (2) Содержание—SH растворимых белков муки, выраженное $g-SH/10^6$ g в муке. (3) Общее содержание сульфгидрила белков муки, выраженное $g-SH/10^6$ g в муке. (4) Содержание сульфгидрила растворимых белков муки, выраженное $g-SH/10^6$ g в белке. (5) Содержание сульфгидрила нерастворимых белков муки, выраженное в $g-SH/10^6$ g в белке. 1. Новый метод. 2. Полярграфический. 3. Амперометрическим титрованием. 4. o-одно-бензоокислотным.