

KÜLÖNBÖZŐ ÉRTÉKŰ SZERVETLEN SÓK KUTATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A BÚZALISZT BIZONYOS PARAMÉTEREIRE

DR. HORVÁTHNÉ DR. ALMÁSSY KATALIN*

1. BEVEZETÉS

A búzafehérjék viselkedésének vizsgálata különféle szervesen sós tartalmú vizes közegben kettős jelentőségű. Egyrészt közvetett információkat adhat az egyes fehérjefrakciók másodlagos, harmadlagos szerkezetére, az elektrosztatikus, hidrogén-híd és Van der Waals-kötések kialakulási lehetőségére, másrészt a tészta- és sütőipari gyakorlat számára is levonhatunk hasznosítható következtetéseket, mivel egyes sütőipari adalékok hatásmechanizmusának értelmezéséhez jó segítséget nyújthat. A szervesen sós késztermékek élvezeti értékének javításán túl a lisztek egyes komponenseire gyakorolt hatásuk által befolyásolják azok technofunkcionális tulajdonságait is (1), (2), (3), (4).

A legközönségesebb és legrégebben használt sütő- és tésztaipari segédanyag a nátriumklorid (13). Ennek elsődleges szerepe az íz kialakításában van, de megfigyeltek bizonyos „sikér erősítő” hatást is, ami a fehérjékkel történő kölcsönhatásra utal. A Na^+ és Cl^- -ionok jelenléte megváltoztatja a rendszer töltésállapotát és ezáltal a búzasikér polipeptidjeinek oldhatóságát.

Munkánk során célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk, milyen hatással vannak a különböző értékű szervesen anionok nátriumsói a búza sikérfehérjék oldhatóságára és a sikér, valamint a tészta egyes tulajdonságaira.

2. VIZSGÁLATI ANYAGOK, MÓDSZEREK

A vizsgálatokhoz a szegedi Gabonatermesztési Kutatóintézet 1985-ös évjáratú Jubilejnaja 50 fajtaazonos búza lisztjét használtuk. A lisztet az Élelmiszeripari Főiskola ÉLGEP gyártmányú malmán állítottuk elő.

A sikérfehérje oldhatóságának alakulását az általunk kialakított frakcionált extrakcióval nyert mintákon vizsgáltuk nátrium-dodecilszulfátos poliakrilamid gélelektroforézissel (SDS—PAGE) (5).

A denzitogramokat Labor MIM gyártmányú Géldenzitóméteren vettük fel.

* Élelmiszeripari Főiskola, Kémiai Osztály

Mintakészítés

„A” frakció:

0,200 g liszthez 2 cm³ sóoldatot adunk az alábbiakban felsorolt sóoldatok közül és 1 órán át intenzíven rázzuk szobahőmérsékleten. Ezután 20 percig centrifugáljuk 6000/perc fordulatszámon. A fölülúszó, sóoldható „A” frakciót elöntjük, mivel ez a nagy sókoncentráció miatt SDS—PAGE-val nem vizsgálható.

A vizsgálathoz felhasznált sóoldatok

Desztillált víz, valamint NaCl, Na₂SO₄, Na₂HPO₄ és NaH₂PO₄ 0,25; 0,5; 1,0; és 2,5 gkv/dm³ töménységű oldata.

A Na₂SO₄ oldatnál a móltömeg felét, a Na₂HPO₄ és a NaH₂PO₄ oldatnál a móltömeg harmadát vettük egyenértéktömegnek.

„B” frakció:

Az üledékhez 1 cm³ mólos karbamid-oldatot adunk és 1 órán át intenzíven rázatjuk, majd 20 percen át centrifugáljuk 6000/perc fordulatszámon.

A felülúszó a „B” gliadin-típusú sikérfrakció. Ehhez mintánként 15 µl merkaptó-etanol, 20 mg SDS-t és Pyronin-G színezéket adunk.

„C” frakció:

Az üledékhez 1 cm³ 5%-os merkaptó-etanol és 3% SDS vizes oldatát adjuk és 1/2 órán át intenzíven rázzuk, majd 20 percig centrifugáljuk 6000/perc fordulatszámon.

A felülúszó a „C” frakció, a glutenin-típusú fehérjéket tartalmazza.

Az SDS—PAGE vizsgálatnál 12,5%-os gélben dolgoztunk.

Gélvastagság 1,6 mm. (5).

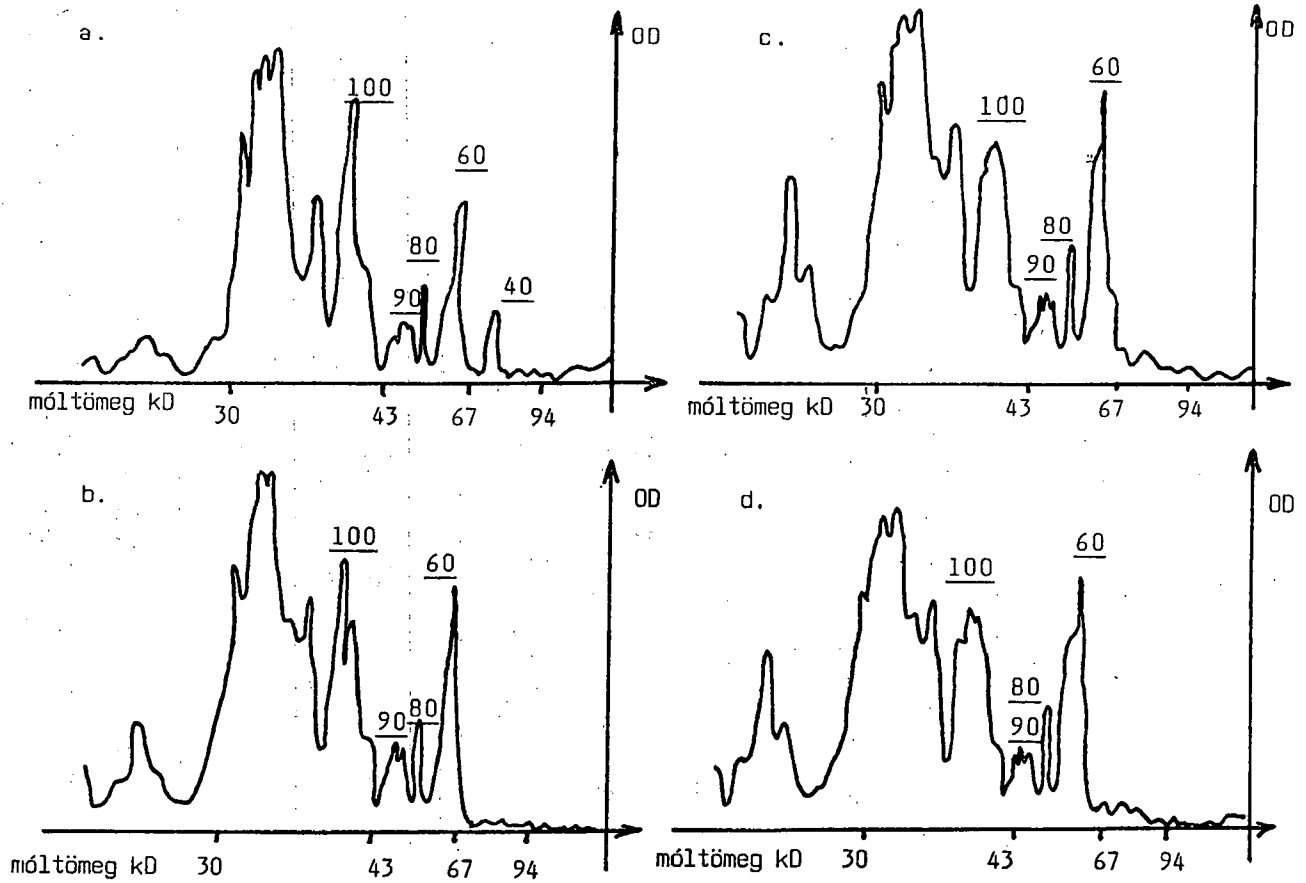
A sikérvizsgálatok, valamint a valorigráfus értékszám meghatározása az MSZ 6369 sz. szabvány, valamint Karácsony (12) szerint történt csapvíz helyett értelem-szerűen az „A” sóoldatok valamelyikét használva.

3. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

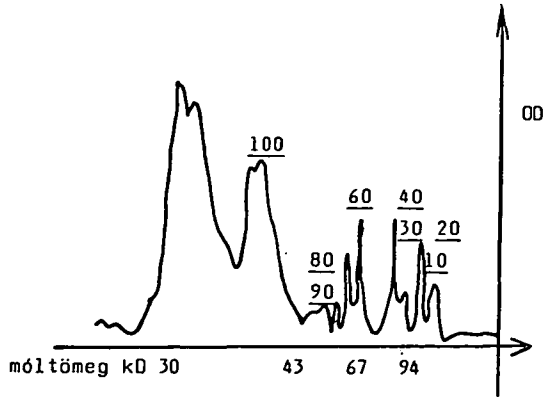
A 2.-ben leírt extrakció módszerével megvizsgáltuk, hogyan befolyásolják Na⁺-kation mellett a Cl⁻-, SO₄⁻-, HPO₄²⁻- és H₂PO₄⁻-anionok a búzafehérjék oldhatóságát.

Megállapítható, ahogy ezt a 2. ábra is mutatja, hogy bizonyos sók (NaCl, Na₂SO₄ és Na₂HPO₄) a karbamidban oldható fehérjefrakció alegységösszetételét gyakorlatilag azonos módon határozzák meg. Az így nyert denzitogram móltömeg-eloszlás tekintetében tipikus búzagliadinnak felel meg. (l. b, c, d ábra).

Hasonlóan nem tapasztaltunk lényeges eltérést a „C” frakció fehérjespektrumában sem. Gluteninre jellemző gélképet kaptunk. A 2. ábrán bemutatott denzitogramon látható viszont, hogy a dehidrogén-foszfát-anion hatására a karbamidban oldható fehérjék alegység-összetétele kibővül, megjelennek a 67 kD feletti, gluteninre jellemző csúcsok, (10; 20; 30; 40) s a denzitogram tipikus glutenin képet mutat.



1. ábra. Különböző sók hatása a karbamidoldható fehérjék SDS—PAGE mintázatára
 a) deszillált víz, b) 1 gekv/dm³, c) 1 gekv/Na₂SO₄, d) 1 gekv/dm³ Na₂HPO₄, Rekord bemenő feszültség 2 V



2. ábra. Nátrium-dihidrogén-foszfát hatása a karbamid oldható sikérféhérjék SDS—PAGE mintázatára (1 gekv/dm³ NaH₂PO₄ oldat). Rekord bemenő feszültség 5 V

A csúcsok alatti megnövekedett terület utal a teljes oldott fehérjemennyiség növekedésére.

Fenti eredményeket figyelembevéve vizsgálatokat folytattunk annak tanulmányozására, hogy a két eltérő fehérjeoldó hatású szervesetlen só, a NaCl és a NaH₂PO₄, hogyan befolyásolja a sikér és a tézsza tulajdonságait. A vizsgálati eredményeket az 1. táblázat mutatja.

1. TÁBLÁZAT

Egyes liszt tulajdonságok függése a különböző szervesetlen sók koncentrációjától

Minta-szám	Só	Konc. gekv/dm ³	Sikér terület mm	Valorigr. vízfelv. %	Valorigr. értéksz.	Tésza kialakulás min.	Tésza stabilitás min.	Tésza ellágyulás VE
1.	deszt. víz		5,8	61,0	78	2,0	4,0	20
2,1	NaCl	0,25	5,2	57,2	87	2,0	7,5	10
2,2		0,50	5,3	59,0	90	2,0	8,5	5
2,3		1,00	4,0	55,6	—	2,0	13	-10
2,4		2,5	0,3	55,6	—	1,0	14	-30
3,1	NaH ₂ PO ₄	0,25	10,0	59,8	72	2,0	1,8	40
3,2		0,50	6,6	57,8	84	6,0	3,5	30
3,3		1,00	2,0	59,2	91	7,0	5,0	15
3,4		2,5	0,2	57,0	92	8,0	6,0	10

4. AZ EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE, ÉRTELMEZÉSE

A denzitogramok tanulmányozása során arra a következtetésre jutottunk, hogy a klorid, a szulfát és a hidrogén-foszfát-anionok vizes oldata azonos módon hat a sikérféhérje oldhatóságára, azaz a fehérjespektrumok közel azonosak.

Ehhez képest a dihidrogénfoszfátoldattal kezelve a lisztet, a sikérkomponensek oldhatósága jelentősen növekszik, az összetétel minőségileg megváltozik. A válto-

zás nem tulajdonítható a kisebb pH-nak ($\text{pH}_{\text{NaH}_2\text{PO}_4 \text{ oldat}} \sim 4-4,4$), mivel pl. a NaCl-oldatot sósavval megsavanyítva hasonló jelenséget nem tapasztaltunk. A karbamidoldható rész összetételének módosulása (vö. 1. és 2. ábra) feltehetően annak köszönhető, hogy a sóoldható rész extrahálása után a rendszerben maradt szerves ionok bizonyos mennyisége karbamidba jut megváltoztatva annak tulajdonságait. A karbamid fehérjepeptizáló hatása a H-híd kötések bontásán alapul. Az oldószerbe bekerülő különféle anionok, klorid, szulfát, vagy hidrogén-foszfát, illetve a dihidrogén-foszfát a víznek mint poláros oldószernek a peptizáló képességét különbözőképpen befolyásolják. Ez a megállapítás Preston (6), (7), (8), (9) tapasztalataival megegyezik. Vizsgálataink szerint a klorid, a szulfát és a hidrogén-foszfát-anion karbamidoldat fehérjeoldó képességét csökkenti a desztillált vízhez képest. Desztillált vízben a 40-es csúcs már megjelenik.

Gortner és társai (10) már 1928-ban beszámoltak róla, hogy szabályszerűséget találtak az ionok peptizáló hatásában. Búzaliszt globulinokra az alábbi anionsort kapták,

iodid > bromid > tartarát > klorid > szulfát > fluorid

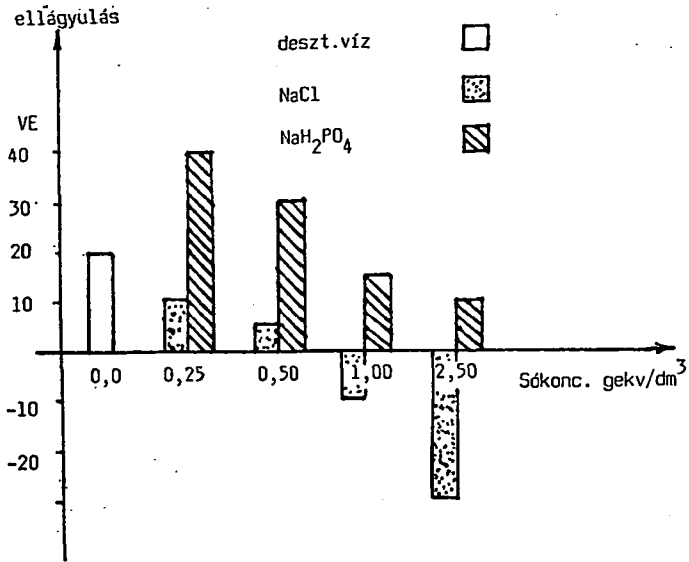
A víz sajátos szerkezete következtében eltérően viselkedik a benne oldott ionos anyagok hatására. Azokat az ionokat, amelyek vízben történő oldásukkor hidratálódhatnak és a rendezetlen termikus mozgás ellenében többé-kevésbé az erővonalak irányába rendezik a vízdipólusokat, *nem-kaotropikus* ionoknak nevezzük. Feltehetően ilyen rendezettséget hoz létre a karbamidoldatban a maradék NaCl, Na_2SO_4 és Na_2HPO_4 .

A búzafehérjékben poláris és apoláris csoportok jelen. A víz csak a poláris csoportokkal lép kölcsönhatásba, mégpedig úgy, hogy közülöttük bizonyos mértékben rendezett hidrátburkot képez. A hidrátburkok kialakulását a vízmolekulák poláris jellege és hidrogénkötés kialakítására való hajlamuk teszi lehetővé. Ugyancsak hidrogénhíd kötést létesít a karbamid.

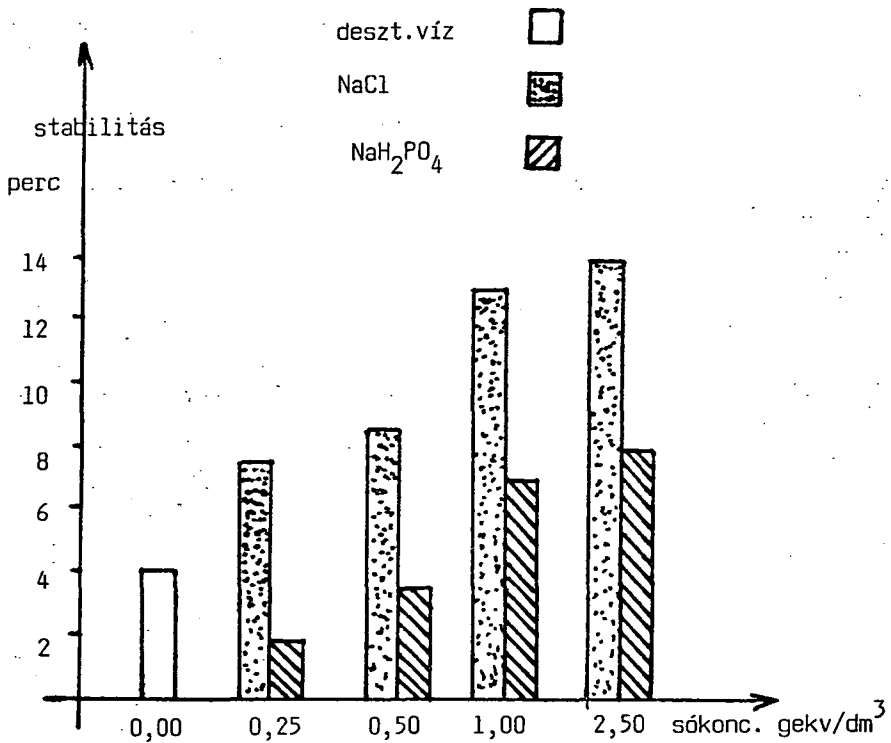
Az adszorpcióval megkötött víz mennyisége a fehérje poláris-apoláris csoportjainak arányától függ.

Minden olyan vegyület, amely a poláris gyökök hidratálódását befolyásolja, hatással van a fehérjék duzzadására és oldódására. Nem kaotropikus-ionok jelenlétében a sikerproteinnek egy része interprotein-hidrofób kölcsönhatásba megy át. Hasonló folyamat játszódik le, mint a hosszú szénláncú zsírsavak nátriumsóinak esetében (kiszózás). A poláris közegben kialakuló megnövekedett hidrofób kötőerők következtében csökken a karbamidban oldható fehérjék mennyisége a desztillált vizes karbamidhoz képest.

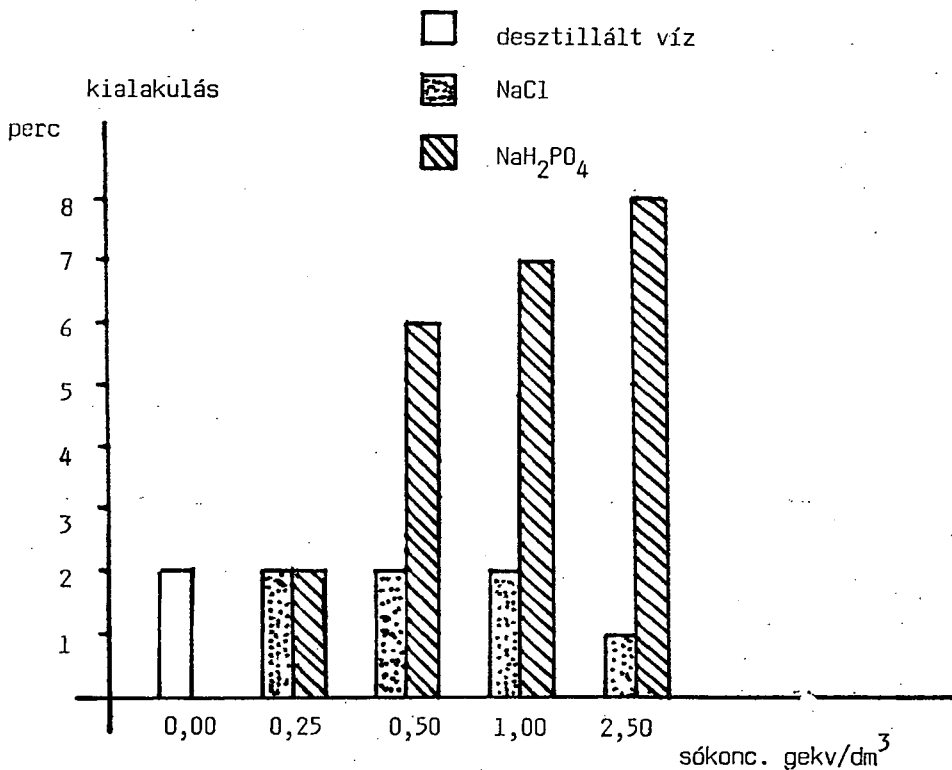
Vannak azonban olyan szerves sók, amelyek nem hozzák létre a vízben ezt a rendezettséget. Ezek az ún. *kaotropikus* sók, illetve ionok. Az ilyen ionok vizes oldatában és természetesen a karbamidos oldatban is a sikerfehérjék hidratálódása akadálytalanul lejátszódhat, a karbamid kifejtheti peptizáló hatását, megnő a duzzadás és az oldhatóság. Vizsgálati eredményeinkből arra következtettünk, hogy a dihidrogén-foszfát-anion ebbe a csoportba tartozik. A siker- és valorigráfós vizsgálatok is ezt a feltételezést támasztják alá. Mindkét esetben a fehérjéjél tartja megkötve a folyékony fázisban oldott szerves sókat (2) (NaCl, NaH_2PO_4). Az 1. táblázat adataiból látható, hogy a klorid-ion már kis koncentrációban is megnöveli a liszt valorigráfós értékszámát. Emelve a só mennyiségét a tézsta keményedik, stabilitása megnő, a valorigram vége az 500 VE konzisztencia vonal fölé emelkedik. Ezt mutatják az ellágyulás negatív értékei. (3. ábra)



3. ábra. A tészta ellágyulásának függése a NaCl és NaH₂PO₄ koncentrációjától.



4. ábra. A tészta stabilitásának függése a NaCl ill. a NaH₂PO₄ koncentrációtól.



5. ábra. Összefüggés a tészta kialakulásának ideje és a NaCl, illetve NaH₂PO₄ koncentráció között

Eltérő hatást tapasztalnak ezzel szemben a NaH₂PO₄-oldat esetében. Kis (0,25 g/dm³) koncentrációban adva a NaH₂PO₄-t a rendszerhez, a desztillált vízhez képest csökken a valorigráfus érték. Még szembetűnőbb, hogy az ellágyulás nő és a tészta stabilitása is csökken. Növelve a só mennyiségét tapasztalunk ugyan javulást a tészta minőségében, de ez messze elmarad a NaCl hatásától. Különösen érvényes ez a tézstabilitás értékére. (4. ábra)

A tészta kialakulás időtartama szempontjából a két só ellentétesen viselkedik. Az 5. ábra jól szemlélteti ezt. A NaCl-hoz képest a NaH₂PO₄ késlelteti a sikérváz kialakulását.

IRODALOM

1. Szalai, L.—Elekes, P. (1970): Adalékanyagok sütőipari célra. Sütőipar, 1970. szeptember—október, 153—160.
2. Lásztity, R. (1960): Búzalisztekből készült tészták feszültségrelexációjának vizsgálata. Kandidátusi értekezés.
3. Lásztity, R. (1981): Gabonafehérjék, Budapest.
4. Pomeranz, Y. (1971): Wheat Chemistry and Technology. St. Paul, Minnesota.
5. Laemmli, U. K. (1970): Olevage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage. T 4. Nature, 227, 680—685.

6. *Preston, K. R.* (1981): Effect of Neutral Salts upon wheat gluten protein properties. I. Relationship between hydrophobic properties of gluten proteins and their extractability and turbidity in neutral salts. *Cereal Chem.* 58, 317.
7. *Preston, K. R.* (1981): Gelfiltration of wheat gluten proteins on Sephacryl S-300. *Cereal Chem.* 59, 73.
8. *Preston, K. R.* (1984): Gel filtration and characterization of neutral salt extracted wheat gluten proteins, varying in hydrophobic properties. *Cereal Chem.* 60, 76.
9. *Preston, K. R.* (1985): Use of lyotropic salts to study the hydrophobic properties of wheat gluten proteins. Paper No. M-138 of the Grain Reserch Laboratory, Canadien Grain Comission. Manitoba.
10. *Gortner és társai* (1928): Colloid Symposium Monograph. No. 5 p. 179.
11. *Erdei-Grúz, T.* (1971): Transzportfolyamatok vizes oldatokban. Akadémiai Kiadó, Budapest.
12. *Karácsony, L.* (1970): Gabona-, liszt-, sütő- és tésztaipari vizsgálati módszerek. Budapest.
13. *Brose, E.* (1984): Phosphate als Lebensmittel-Zusatzstoffe. *Deutsche Milchwirtschaft* 27, 1037—1041.

EFFECTS OF VARIOUS SALTS ON CERTAIN PARAMETERS OF WHEAT FLOUR

Dr. K. Almásy-Horváth

A study was made of how the sodium salts of various anions influence the solubility of gluten proteins and the parameters of dough formation. An essential difference was found between the effects of identical concentrations of NaCl and NaH₂PO₄. The difference is assumed to be due to the fact that the Cl⁻ anion is a non-chaotropic ion, while H₂PO₄⁻ is a chaotropic ion. Thus, Cl⁻ leads to an ordered structure of the water dipoles, and therefore reduces the solubility of peptides which tend to form protein intermolecular hydrophobic bonds. In contrast, H₂PO₄⁻ breaks down even the more or less ordered structure in distilled water, so that formation of the low-energy hydrophobic bonds is not favoured. In place of high molecular mass agglomerates, smaller molecular chains are present in the system, with a higher solubility. This latter finding is supported by the effects of NaH₂PO₄ in weakening the gluten and delaying formation of the gluten skeleton. Further investigations are necessary for a deeper understanding of the phenomenon.

UNTERSUCHUNG DER ANORGANISCHEN SALZE VERSCHIEDENEN WERTES FÜR BESTIMMTE PARAMETER DES WEIZENMEHLS

Dr. Horváthné dr. Almásy Katalin

Im Laufe unserer Arbeit untersuchten wir, wie das Natriumsalz einiger Anionen verschiedenen Werts die Lösbarkeit des Klebereiweißes und die Parameter der Teigbildung beeinflusst.

Wir haben festgestellt, daß es einen wesentlichen Unterschied zwischen den Wirkungen des NaCl und NaH₂PO₄ gleichen Konzentration gibt. Die Ursache der Abweichung — nach unserer Meinung — ist, daß das Klorid-Anion nicht zu der Gruppe der kaotropischen, dagegen das Dihydrogenphosphatanion zu der Gruppe der kaotropischen Ionen gehört. Deshalb bringt das Kloridanion als ein nicht kaotropisches Ion die geordnete Konstruktion der Wasserdiapolen zustanden, und dadurch drängt der Eiweißstoff die Lösbarkeit der Peptiden, die zur Gestaltung der intermolekularen hydrofoben Bindungen geeignet sind, zurück. Dagegen löst das Dihydrogenphosphataion sogar die in destilliertem Wasser vorhandenen, mehr oder weniger geordneten Konstruktionen auf, und so sind die Hydrofoben Bindungen von kleiner Energie nicht zu gestalten.

Statt der Agglomerate großer Mollmasse kommen in dem System kleinere Molekularketten vor, deren Lösbarkeit besser ist.

Diese letztere Feststellung wird dadurch unterstützt, daß das NaH₂PO₄ solch eine Wirkung hat, welche den Kleber schwächt und die Gestaltung des Klebergerüstes hemmt. Um die Erscheinung besser kennenzulernen, müssen noch weitere Untersuchungen geführt werden.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ОЦЕНКИ НА ОПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРАХ ПШЕНИЦЫ МУКИ

Хорватнэ Каталин Алмаши

В ходе нашей работы мы исследовали вопрос, каким образом соль аниона натрия нескольких различных величин влияет на растворимость белков клейковины и параметры образования теста. Мы установили, что имеет место существенная разница между одинаковой концентрации и действием NaH_2PO_4 . Отклонение, по нашему предположению, заключается в том, что анион хлорида относится к группе не каотропических ионов, а анион двуводород фосфата — к группе каотропических ионов.

На основе этого анион хлорида как не каотропический ион создает структуру из водных диполюсов и посредством этого белок вытесняет растворимость пептидов, склонных к формированию межмолекулярных гидрофобных связей. В противовес этому анион двуводородного фосфата даже разлагает более или менее устойчивую структуру, присутствующую в дистиллированной воде и, таким образом, он не приводил к фьюрмированию гидрофобных связей малой энергии. Вместо агломератов высокомолекулярной массы в системе присутствуют более мелкие молекулярные цепи, растворимость которых лучше.

Последнее утверждение подтверждает также тормозящее влияние формирования структуры клейковины и смягчения ее NaH_2PO_4 .

В целях более глубокого изучения явления необходимы дальнейшие исследования.