

Optické měření roztékavosti tavených sýrů

Bc. Petra Olejníková

Diplomová práce
2014

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra Olejníková**
Osobní číslo: **T12670**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Optické měření roztékavosti tavených sýrů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Literární rešerše vlivu složení na roztékavost taveného sýra.
2. Výběr a návrh metody zpracování.

II. Praktická část

1. Úprava fotografií pro obrazovou analýzu.
2. Proměření fotografií.
3. Zhodnocení výsledků.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- [1] M. ČERNÍKOVÁ, F. BUŇKA, M. POSPIECH, B. TREMLOVÁ, K. HLADKÁ, V. PAVLÍNEK, P. BŘEZINA. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal*, 20, 2010, s. 336-343
- [2] Y. LU, N. SHIRASHOJI, J.A. LUCEY. Effects of pH on the Textural Properties and Meltability of Pasteurized Process Cheese Made with Different Types of Emulsifying Salts. *Journal of Food Science*, vol. 73, issue 8, 2008, s. 363-369
- [3] K. MUTHUKUMARAPPAN, Y. C. WANG, S. GUNASEKARAN. Short Communication: Modified Schreiber Test for Evaluation of Mozzarella Cheese Meltability *Journal of dairy science* 1999, vol. 79, issue 19, 2006, s. 1068-1071
- [4] I. SÁDLÍKOVÁ, F. BUŇKA, P. BUDINSKÝ, B. VOLDÁNOVÁ, V. PAVLÍNEK a I. HOZA. The effect of selected phosphate emulsifying salts on viscoelastic properties of processed cheese. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 43, issue 8, 2010 s. 1220-1225
- [5] S. K. LEE, G. ANEMA. The effect of the pH at cooking on the properties of processed cheese spreads containing whey proteins. *Food Chemistry*, vol. 115, issue 4, 2009 s. 1373-1380

Vedoucí diplomové práce:

doc. RNDr. Petr Ponižil, Ph.D.

Ústav fyziky a mater. inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

10. ledna 2014

Termín odevzdání diplomové práce:

25. dubna 2014

Ve Zlíně dne 3. února 2014


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 4.4.2014

.....
Olejníková

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Práce se zabývá měřením roztékavosti tavených sýrů pomocí modifikovaného Schreiberova testu. Na 1566 vzorcích byl sledován vliv pH na roztékavost tavených sýrů a vliv ternárních směsí fosforečnanových tavicích solí na pH a roztékavost tavených sýrů. Jako tavicí soli byly aplikovány sodné soli monofosforečnanu, difosforečnanu a polyfosforečnanu v různých poměrech. Modelové vzorky tavených sýrů byly vyrobeny bez úpravy hodnoty pH a dále i s úpravou hodnoty pH. Přídavek samotného monofosforečnanu vedl k vysokému pH taveného sýra. Nejmenší roztékavost byla prokázána s přídavkem polyfosfátu. Již 10% přídavek polyfosfátu snižuje roztékavost. S přídavkem fosforečnanů se roztékavost snižovala v následujícím pořadí: monofosforečnany, difosforečnany a polyfosforečnany.

Klíčová slova: tavicí soli, pH, tavený sýr, Schreiber test, roztékavost

ABSTRACT

The work is focused on measuring of meltability of process cheese using modified Schreiber's test. Dependence of meltability was studied on 1566 samples depending the effect of pH on the meltability of processed cheese and the effect of ternary mixtures of phosphate emulsifying salts on pH and meltability of processed cheese. As the emulsifying salts were applied to sodium monophosphate, pyrophosphate and polyphosphate in various proportions. Model samples processed cheeses were manufactured without adjusting the pH value and also with adjusting the pH value. Addition of the monophosphate alone led to the high pH of processed cheese. The smallest meltability was demonstrated with the addition of polyphosphates. For 10% addition of polyphosphate reduces meltability. With the addition of phosphate with reduced meltability in the following order: monophosphate, pyrophosphates and polyphosphates.

Keywords: melting salt, pH, process cheese, Schreiber's test, meltability

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, doc. RNDr. Petru Ponížilovi, Ph.D., za odborné vedení při zpracování této diplomové práce, za trpělivost, cenné připomínky, za poskytnutí programu pro zpracování fotografií a za pomoc s vyhodnocováním praktické části.

Dále bych ráda poděkovala doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D., za cenné rady a připomínky, a také za poskytnutí fotografií pro zpracování této diplomové práce.

Zároveň také děkuji své rodině za morální podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Motto:

„Logika tě dostane z bodu A do bodu B. Představitivost tě dostane všude.“

Albert Einstein

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ	12
1.1 HISTORIE TAVENÝCH SÝRŮ.....	12
1.2 DEFINICE A CHARAKTERISTIKA TAVENÉHO SÝRA.....	12
1.3 DĚLENÍ TAVENÝCH SÝRŮ.....	13
1.4 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA KONZISTENCI TAVENÝCH SÝRŮ	15
2 VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ	17
3 VLIV PH NA KONZISTENCI TAVENÉHO SÝRA	18
4 TAVICÍ SOLI	19
4.1 CHARAKTERISTIKA FOSFOREČNANOVÝCH TAVICÍCH SOLÍ.....	21
4.2 CITRANY	23
4.3 VLIV TAVICÍCH SOLÍ NA KONZISTENCI TAVENÝCH SÝRŮ.	23
5 METODY STANOVENÍ ROZTÉKAVOSTI TAVENÝCH SÝRŮ	25
5.1 ROZTÉKAVOST NEBOLI TAVITELNOST	25
5.2 TESTY ZABÝVAJÍCÍ SE MĚŘENÍM ROZTÉKAVOSTI	25
5.2.1 Schreiber test	26
5.2.2 Zkumavkový test (Tube test).....	27
6 CÍL PRÁCE	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
7 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
7.1 PRINCIP EXPERIMENTU	30
7.2 POPIS SNÍMKU.....	30
7.3 SYSTÉM ZNAČENÍ SOUBORŮ	32
8 PROGRAM	33
8.1 PARAMETRY PROGRAMU	33
8.1.1 Příklad	34
8.1.2 Příklad analýzy snímku	34
9 VÝSLEDKY MĚŘENÍ	39

9.1	REPRODUKOVATELNOST.....	39
9.2	VLIV TAVICÍCH SOLÍ, NEUPRAVENÉ PH	42
9.3	VLIV TAVICÍCH SOLÍ, UPRAVENÉ PH	44
9.4	VLIV MNOŽSTVÍ TAVICÍCH SOLÍ	46
9.5	VLIV TAVICÍCH SOLÍ NA PH	47
9.6	VLIV PH NA ROZTÉKAVOST	49
10	DISKUSE	52
11	ZÁVĚR.....	54
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55
12	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
	SEZNAM TABULEK.....	65
	SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

Tavené sýry jsou nejmladší skupinou sýrů. Jejich historie se datuje od roku 1911 švýcarskou firmou Gerber, které se podařilo po dlouhodobých a nákladných experimentech vyrobit tavený sýr. Důvodem pro jejich vznik byla snaha o prodloužení trvanlivosti přírodních sýrů, které byly dodávány na velkou vzdálenost, a nebo do zemí s teplým klimatem. Samotné zpracování přírodních sýrů a následná výroba tavených sýrů byla určitou dobu výrobním tajemstvím. Důvodem byl fakt, že ve Švýcarsku nebylo možné si nechat patentovat postup při výrobě jakékoliv potraviny. Výroba tavených sýrů se postupně rozšířila po Švýcarsku, Evropě a následně po celém světě. [2, 3, 60]

Tavené sýry se vyrábějí zahříváním směsi přírodních sýrů, které se rozemelou, rozdrťí a smíchají se s dalšími surovinami jako je máslo, voda, tavicí soli a další složky, které se za stálého míchání zahřejí na 85–95 °C, při sterilaci dokonce až na 120 °C. Tím se tato směs roztaví na řídkou, homogenní hmotu. S výjimkou některých speciálních druhů se za horka balí a vychlazují v obalech. Tavené sýry, hrají důležitou roli ve výživě, protože jsou zdrojem mléčné bílkoviny kaseinu, mléčného tuku, vitamínů, vápníku a nabízejí řadu zajímavých výhod, jako například delší trvanlivost, dobře se roztírají, lze je vyrobit za nízké náklady a vyskytují se v mnoha variantách, ať už podle ochucující složky, velikosti spotřebitelského balení a v neposlední řadě podle obsahu tuku v sušině. [9, 15, 60]

Základním cílem této diplomové práce bylo měřit roztékavost tavených sýrů v závislosti na pH tavených sýrů. V teoretické části je pojednáno obecně o historii, charakteristice tavených sýrů a následně o výrobě tavených sýrů. V další kapitole jsou popsány druhy tavicích solí a vliv na roztékavost. V neposlední řadě jsou popsány metody, které se používají k měření roztékavosti tavených sýrů. V praktické části jsou shrnuty a diskutovány výsledky měření roztékavosti tavených sýrů, a jejich závislost na pH, dále roztékavost taveného sýra při použití různých poměrů monofosforečnanu sodného, difosforečnanu sodného a polyfosforečnanu sodného jako složek ternární směsi tavicích solí.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ

1.1 Historie tavených sýrů

Prvotní zmínka o výrobě taveného sýra bez přídavku tavicích solí pochází z roku 1895.

Na konci devatenáctého do počátku dvacátého století byly tavené sýry vyráběny z důvodu konzervace, která prodlužovala trvanlivost tavených sýrů. První úspěšný výrobek, ve kterém byly použity tavicí soli, se podařil švýcarské firmě Gerber v roce 1911, která jako tavicí sůl použila citran sodný. [1, 2]

Celá směs byla následně zahřívána a díky použití tavicí soli byla emulze rovnoměrná a po ztuhnutí se sýr balil. Zpočátku sloužil jako obal pergamen nebo plechové krabičky, kdy celá kulatá krabička byla vyplněna hmotou. Balení do námi známých trojúhelníků nebo čtverečků začalo až po první světové válce. [2, 3]

V současné době se tavené sýry vyrábí z jiných důvodů např. snížení nákladů na transport a skladování, což je obzvláště důležité v teplém podnebí, kdy si tavený sýr lépe zachová svoji jakost s méně patrnými změnami během několikaměsíčního skladování. Dalším důvodem je obrovská variabilita výrobků v typu a intenzitě aroma (od jemného po ostré, od aroma připomínající přírodní sýr po aroma kořeněné). Mezi další výhodu tavených sýrů řadíme rozmanitou konzistenci výrobků a použití obalů nejrůznějších tvarů a materiálů.

[2, 3, 4]

1.2 Definice a charakteristika taveného sýra

Vyhláška ministerstva zemědělství 77/2003 Sb., v platném znění definuje tavený sýr jako sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí. [5]

Tavený sýr je mléčný výrobek, který je vyroben zahříváním směsi (obecně 90 až 100 °C) různých druhů přírodních sýrů, které mohou být v různém stupni zralosti, s vhodnými tavicími solemi (např. sodné soli fosforečnanů a citrátů). Zahřívání směsi přírodních sýrů probíhá za částečného podtlaku a stálého míchání, než je dosaženo homogenní hmoty požadovaných vlastností. [6, 7, 8]

Mezi hlavní suroviny pro výrobu tavených sýrů řadíme přírodní sýry, v různém stupni zralosti, aby výsledný výrobek měl lepší chuť a konzistenci. [9, 10] Pro výrobu tavených sýrů lze použít i přírodní sýry s určitými mechanickými vadami (například sýry špatného tvaru nebo s určitou deformací), případně sýry s nedodrženým obsahem sušiny či tuku mimo

toleranční meze, které z těchto důvodů nemohou být dodány přímo do maloobchodu. Naopak není doporučováno používat přírodní sýry s mikrobiologickými vadami, které by obsahovaly sporulující bakterie, anebo plísně. Protože v průběhu tavení nedochází ke zničení spor bakterií, ale pouze k inaktivaci všech vegetativních forem mikroorganismů, tak může dojít k ohrožení zdravotní nezávadnosti finálního výrobku. [11, 12, 13]

Do surovinové skladby se kromě přírodních sýrů a tavicích solí dále přidávají složky mléčného původu (např. máslo, v některých provozech i smetana, tvaroh, sušené odstředěné mléko, sušená syrovátka) a suroviny nemléčného původu (pitná voda, zelenina, maso, přísady ovlivňující chuť a barvu, hydrokoloidy, konzervační činidla atd. Pitná voda se do surovinové směsi přidává za účelem zlepšování roztíratelnosti taveného sýra. Máslo se do surovinové směsi přidává pro zvýšení obsahu tuku. Do surovinové skladby se může použít i tzv. krém (sýr je již utavený). [6, 14, 15, 16, 17]

V dnešní době se často nahrazuje část základní suroviny (přírodní sýry) různými mléčnými koncentráty (např. kasein, sušená syrovátka, odtučněné sušené mléko, koprecipitáty, kaseináty, atd.) nebo surovinami nemléčného původu např. modifikované škroby. Některé z mléčných i nemléčných složek mohou obsahovat různé polysacharidy, disacharidy (zejména laktózu nebo sacharózu) a monosacharidy, které mohou být přítomny v tavených sýrech, jako součást některých složek použitých při výrobě sýra, např. nativní nebo modifikované formy škrobů (glukóza). Tyto sacharidy mohou ovlivňovat reologické vlastnosti zpracovaných tavených sýrů. Nahrazením části přírodních sýrů odstředěným sušeným mlékem nebo syrovátkou se provádí především z ekonomických důvodů. [9, 6, 16, 17, 18]

Podle Českého statistického úřadu byla spotřeba tavených sýrů na jednoho obyvatele v roce 2012 v České republice 2,2 kg. Od roku 2004, kdy byla průměrná spotřeba taveného sýra na jednoho obyvatele 2,6 kg, začala spotřeba tavených sýrů pomalu klesat. Příčinou poklesu spotřeby tavených sýrů může být způsobena negativní publicitou v mediích směřovaných na téma mlékárenských výrobků v posledních letech. [19, 11]

1.3 Dělení tavených sýrů

Tavené sýry jsou výrobky s velkou variabilitou chemického složení, zejména obsah tuku v sušině, proto nejčastějším dělením tavených sýrů je podle obsahu tuku v sušině. [8]

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství České republiky č. 77/2003 Sb., v platném znění je možné tavené sýry dělit podle obsahu tuku v sušině takto:

- vysokotučné tavené sýry - s obsahem tuku v sušině nejméně 60 % hmotnostních
- nízkotučné tavené sýry - s obsahem tuku v sušině nejvýše 30 % hmotnostních [5]

Skupinu produktů s obsahem tuku v sušině 30 až 60 % vyhláška nepojmenovává, ale podle Formana et al. (1996) lze rozdělit ve vyhlášce nepojmenované skupiny tavených sýrů:

- plnotučné - s obsahem tuku v sušině cca 45 až 60 % hmotnostních
- polotučné - s obsahem tuku v sušině cca 30 až 45 % hmotnostních [5,9]

Tavené sýry s obsahem tuku v sušině nižším než 20 % hmotnostních se prakticky nevyrábějí. Obdobně je obtížné vyrobit tavený sýr s obsahem tuku v sušině vyšším než 70 % hmotnostních. [12]

Velmi často se v literatuře objevuje i dělení tavených sýrů podle konzistence:

- blokové či plátkové tavené sýry
- roztíratelné tavené sýry
- tavené sýrové omáčky [15, 20]

Dále lze najít tavené sýry, které se vyrábí přímo čerpáním taveniny do obalů ve tvaru jednotlivých plátků (kde ztuhnou), takové tavené sýry nazýváme jako plátkové tavené sýry. Nebo se vyrábí krájením (plátkováním) blokových tavených sýrů, takové tavené sýry se nazývají blokové. Blokové tavené sýry, které se obvykle vyznačují vyšší tuhostí, mají často vyšší obsah sušiny (45–60 % w/w) a nižší obsah tuku v sušině 25–35 % (w/w). U roztíratelných tavených sýrů se obsah sušiny často pohybuje v rozmezí 30–50 % (w/w) a obsah tuku v sušině by měl být nejméně 20 % (w/w). [15, 20]

Další dělení tavených sýrů je podle Guinee et al. 2004 [21] dle použitých surovin:

Tab. 1: Dělení tavených sýrů dle použitých surovin

Pořad. číslo	Skupina tavených sýrů	český překlad	Obsah sušiny (% w/w)	Obsah tuku (% w/w)	pH	Povolené suroviny
1.	Pasteurized blended cheese	Tepelně opracované sýry	>57	není uveden	není uveden	Sýry, smetana, bezvodý mléčný tuk, voda, NaCl, barviva, koření, aroma Produkt je dodáván ve formě plátků nebo bloků.
2.	Pasteurized processed cheese	Tavené sýry	>57	není uveden	≥5.3	Jako u skupiny 1, přičemž jsou dále povoleny: tavicí soli, organické kyseliny pro úpravu pH (>5.3)
3.	Pasteurized processed cheese foods	Výrobky z tavených sýrů	<56	≥23	≥5.0	Jako u skupiny 2, přičemž jsou dále povoleny: další mléčné suroviny (mléko, sérové proteiny smetana, odstředěné mléko, podmásli,
4.	Pasteurized processed cheese spread	Tavené sýrové pomazánky	40-60	≥20	≥4.0	Jako u skupiny 2, přičemž jsou dále povoleny: hydrokoloidy, sladící přísady např. (cukr, dextróza, glukózový sirup, hydrolyzovaná laktóza aj.)
5.	Pasteurized cheese spread	Tepelně opracované sýrové pomazánky	40-60	≥20	≥4.0	Jako u skupiny 4, vyjma tavicích solí, které nejsou povoleny.

[upraveno podle 21]

1.4 Vlivy působící na konzistenci tavených sýrů

Konzistence tavených sýrů je jednou z nejvýznamnějších organoleptických vlastností, podle kterých se rozhoduje přijatelnost výrobků pro spotřebitele. Během tavení sýr podstoupí změnu fáze z pevné do kapalné. Tavené sýry mají konzistenci od pevné, lomivé, přes snadno roztíratelné, krémovou až po tekutou. [14, 22, 23, 12]

Konzistence sýra může být ovlivněna mnoha faktory, zejména složením surovinové směsi, podmínkami zpracování a chlazením taveniny, dále délkou a podmínkami při skladování.

Podstatný vliv na konzistenci tavených sýrů má stupeň zralosti základní suroviny – přírodní sýr. Použití méně zralého přírodního sýra má zpravidla za následek tužší a gumovitější konzistenci. Surovinová směs tvořená především zralejšími sýry je snadno tavitelná a finální výrobek má zpravidla plné a výrazné aroma. [6, 9, 23, 15]

V praxi se kombinují výhody jak zralejších, tak i mladých přírodních sýrů, kdy jsou do surovinové skladby začleňovány přírodní sýry s odpovídající zralostí. Odpovídající zralosti přírodních sýrů dosáhneme mícháním mladší a starší suroviny, aby v surovinové směsi byl

potřebný poměr mléčných bílkovin o vhodné délce, které jsou schopny tvořit strukturu taveného sýra. [15, 9, 11]

Dalším důležitým faktorem podmiňující konzistenci taveného sýra jsou základní parametry chemického složení finálního výrobku jako je obsah sušiny, obsah tuku v sušině, obsah dusíkatých látek, kdy s jejich rostoucím obsahem (především kaseinů a kaseinátů) se zvyšuje tuhost a zhoršuje se roztíratelnost tavených sýrů. Naopak se zvyšujícím se obsahem vody a tuku se tavený sýr stává méně tuhý a lépe roztíratelný. Mezi další faktory řadíme typ a koncentrace tavicí soli, jejichž směs závisí na požadovaných vlastnostech výsledného produktu (viz. kapitola 4.3). Dále konzistence závisí na přítomnosti koncentrace iontů (zejména vápník, sodík a draslík), kdy vyšší obsah vápenatých iontů v surovinové skladbě může mít za následek nárůst tuhosti finálního výrobku. Přídavek hydrokoloidů může zlepšit texturu a konzistenci výrobků, zejména dochází ke zvýšení vazby vody, tvorby gelu a zvyšování viskozity. Mezi komerčně důležité hydrokoloidy, které mohou být použity v mlékárenském průmyslu, patří xanthan, modifikované škroby, karagenan, karubin a pektin. Při studiu různých faktorů ovlivňujících konzistenci tavených sýrů je třeba si uvědomit, že jednotlivé faktory nepůsobí odděleně, nýbrž současně. Situaci navíc komplikuje skutečnost, že se samy tyto faktory vzájemně ovlivňují a mohou mezi nimi být synergické anebo antagonistické vztahy. [6, 8, 15, 16, 24, 25]

Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje konzistenci je pH tavených sýrů, kterým se budeme v této diplomové práci zabývat (viz. kapitola 3)

Tavené sýry patří mezi typické nekyselé potraviny ($\text{pH} > 4$), tudíž poskytují příznivé podmínky pro mnoho mikroorganismů, včetně sporotvorných bakterií. Trvanlivost tavených sýrů je několik měsíců a závisí na řadě faktorů, například na použitých surovinách, na teplotě tavení, na balicí technologii a použitém materiálu, na skladovací teplotě, atd. Abychom zajistili delší trvanlivost tavených sýrů, je možné použít sterilizaci v hermeticky uzavřených obalech. Teplota sterilizace se obvykle pohybuje v intervalu $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ s dobou výdrže od 5 min. [14, 17, 26, 27]

2 VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ

Tavené sýry je možno v současné době vyrábět diskontinuálně nebo kontinuálně, přičemž v zemích střední Evropy je stále ještě rozšířenější diskontinuální způsob. Samotnou výrobu tavených sýrů vyráběných diskontinuálně lze shrnout do následujících kroků: prvním krokem je příprava směsi k tavení, která zahrnuje výběr a přípravu surovin, ingrediencí, jejich následné navážení podle přesně daných receptur a určení složení tavicích solí. Dalším krokem je vlastní proces tavení připravené směsi, včetně balení, chlazení, skladování a následná expedice. [15, 28, 29]

V první fázi se přírodní sýry rozdrťí, rozemelou a dopraví se k tzv. tavicímu kotli, kde jsou přidány další přísady (např. máslo, tvaroh, tavicí soli apod.). Po nadávkování surovin včetně tavicích solí se tavicí kotel uzavře a začne vlastní proces tavení, během kterého je surovinová směs neustále míchána. Během záhřevu a míchání taveniny dochází následně k postupnému navazování polyvalentních aniontů fosforečnanů na proteiny (nejčastěji přes vápenaté ionty), kde váží větší množství vody. Finální struktura je tvořena vápenatými můstky, fosforečnano-vápenatými komplexy, disulfidickými můstky, vodíkovými vazbami, elektrostatickými a hydrofobními interakcemi. [9, 7, 28]

Tavicí proces je plně automatizovaný, a za sníženého tlaku v relativně krátkém čase se zvýší teplota na tzv. tavicí teplotu, která je udržována řádově několik minut. Ohřev je zpravidla prováděn přímým vstříkem páry do tavené směsi. Pára v tavené směsi zkondenzuje a proto je třeba při sestavování surovinové skladby ji zohlednit.

Tavicí teplota se pohybuje u diskontinuálního způsobu výroby teploty 90 - 100 °C, tudíž má pasterační efekt. Horká tavenina je pak potrubím vedena do balicích strojů, které produkt ještě za horka (teplota by neměla klesnout pod 60 až 70 °C) zabalí do hranolovitých nebo trojúhelníkových forem vyložených hliníkovou folií. Zabalené sýrové produkty se dále balí do kartonu a po kontrole případné kontaminace mikroorganismy, jejichž výskyt se snižuje tím, že se tavenina balí do obalu ještě horká, jsou produkty distribuovány do obchodního řetězce. [9, 28, 30, 31]

V průběhu celého procesu výroby tavených sýrů jsou jednotlivé kvalitativní parametry bedlivě sledovány laboratoří a případně nevyhovující výrobky jsou ihned vyřazeny. [28]

3 VLIV pH NA KONZISTENCI TAVENÉHO SÝRA

Hodnota pH vzorků taveného sýra silně závisí na koncentraci tavicích solí, na hodnotě pH přírodních sýrů a dalších surovin, které byly použity při výrobě taveného sýra. [20, 32] Marchesseau *et al.*, (1997) uvádí, že optimální pH pro finální tavené sýry se pohybuje přibližně v intervalu 5,7 až 6,0. Při tomto pH se mikrostruktura výrobku vyznačuje tvorbou homogenní sítě s rovnoměrnou distribucí tukových kuliček. Stampanoni a Noble (1991) uvádí, že snížením pH 5,2 - 5,0 došlo k tomu, že přítomné proteiny se přiblíží svému izoelektrickému bodu a dojde k zintenzivnění interakcí jednotlivých proteinových frakcí a jejich vysoké agregaci, což má za následek zvýšení tuhosti finálního výrobku, který má až drobivou konzistenci. Při významně vyšším pH 6,5 až 6,7 dochází ke snížení elektrostatických interakcí, roste negativní náboj přítomných proteinů, což zapříčiní jejich odpuzování. Oslabený gel se projeví zejména nadměrně měkkou konzistencí. Při pH v této oblasti nastávají problémy s dobou minimální trvanlivosti tavených sýrů, protože většina mikroorganismů se rozmnožuje při pH 6,6 - 7,5. Z toho vyplývá, že vzorky u kterých se hodnota pH pohybovala kolem izoelektrického bodu kaseinů, byly tužší, až drobivé a naopak při vzdalování se od izoelektrického bodu kaseinů (zejména při pH nad 6,0) lze očekávat, měkčí konzistenci. [7, 9, 15, 20, 24, 33, 34] Podle Nagyové *et al.* (2012), která uvádí že s rostoucí délkou řetězce použitého fosforečnanu se tvrdost tavených sýrů (bez úpravy pH) zvyšovala a pH se naopak snižovalo. Fukui *et al.* (1972), Marchesseau *et al.* (1997) a Lu *et al.* (2008) uvádí, že tvrdost tavených sýrů se snižuje s rostoucím pH a zralostí přírodních sýrů. Mulsow *et al.* (2007) uvádí, že pH ovlivňuje vlastnosti tavených sýrů jako je např. reologie, textura a mikrostruktura. Studie Lee a Klostermeyer (2001) uvádí, že hodnota pH ovlivňuje viskoelastické vlastnosti taveného sýra. Studie Templeton a Sommer (1932) souhlasí s názorem, že tvrdost a viskozita tavených sýrů se snižuje se zvyšujícím se pH. [6, 7, 20, 34, 35, 36] Vzorky tavených sýrů, se kterými bylo pracováno v naší diplomové práci, byly vyrobeny jednak bez úpravy pH a dále s úpravou pH na optimální hodnoty. K úpravě byla použita kyselina chlorovodíková nebo hydroxid sodný (v koncentracích $c = 1 \text{ mol/l}$). Z důvodu příliš nízkých hodnot pH je vhodné přidávat zásadité látky, které jsou schopné přimnout uvolněné vodíkové ionty a tím zvýšit pH. Po přidavku hydroxidu sodného docházelo ke snížení pH vzorků a byl pozorován nárůst tvrdosti. U vzorků, kde bylo pH upraveno pomocí kyseliny chlorovodíkové, bylo zjištěno, že tvrdost tavených sýrů se s poklesem pH mírně zvýšila ($P < 0,05$). [7, 24]

4 TAVICÍ SOLI

Podle vyhlášky č.4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin Ministerstvo zdravotnictví tavicí soli stanovuje jako látky, které mění vlastnosti bílkovin při výrobě tavených sýru za účelem zamezení oddělování tuku. Podle ČSN 68 2000 jsou tavicí soli jemné, krystalické nebo granulované homogenní bílé až slabě nažloutlé prášky bez vůně a zápachu. Do tavených sýrů či jejich analogů je povoleno přidávat maximálně $20\,000\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fosforečnanů (vyjádřeno jako obsah P_2O_5). [37, 38]

Tavicí soli se označují jako emulgátory, ale v pravém slova smyslu nejde o emulgátory jako povrchově aktivní látky, proto se používá pojmenování „emulgující činidla“ (emulsifying agents), což vystihuje jejich úlohu při procesu tavení. V praxi se obvykle používají soli vícesytných aniontů (fosforečnany, polyfosforečnany a citrany) s monovalentními alkalickými kovy např. (sodík, draslík). [11, 25, 39]

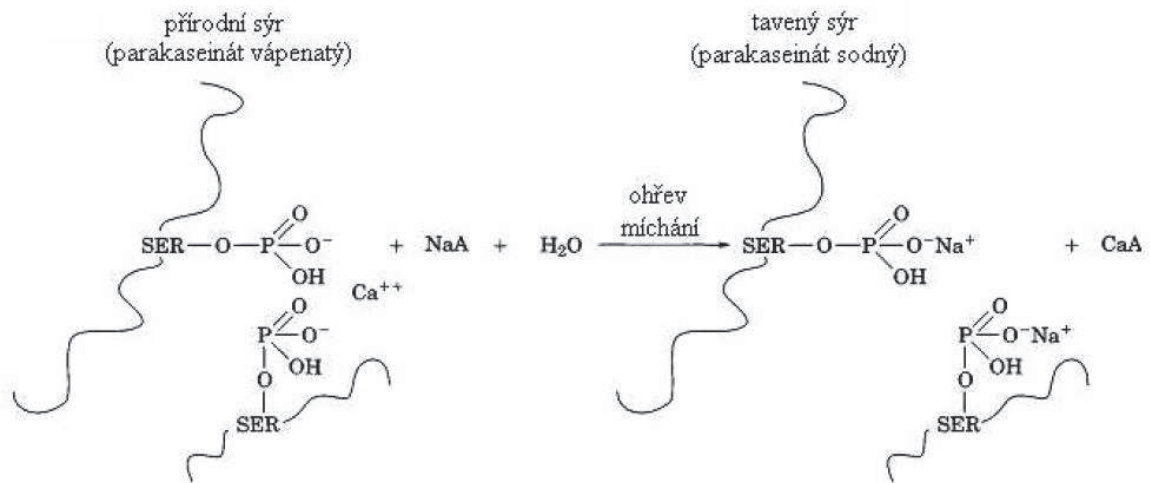
Hlavní úlohou tavicích solí je upravit prostředí v tavené směsi tak, aby přítomné proteiny mohly uplatnit své přirozené vlastnosti emulgátorů. Další významnou úlohou tavicích solí je schopnost odštěpit vápník, který je vázán na proteinovou matici přírodního sýra. Kaseiny prostřednictvím vápenatých můstků tvoří trojrozměrnou síť přírodního sýra. Během chlazení je vápník z tavicích solí částečně uvolňován a následně znovu zapojován do zesíťování struktury taveného sýra. [6, 21, 24, 40]

Důležitou roli hraje také konkrétní složení tavicí směsi pro tavený sýr, která významně ovlivňuje tání (roztékavost), pH, barvu, stupeň dispergace kaseinu, texturní vlastnosti tavených sýrů a v neposlední řadě je závislé na požadovaných vlastnostech výsledného produktu. Tavicí soli slouží pro výrobu jemných a homogenních tavených sýrů. [20, 24, 40, 41, 42]

V průběhu tavení dochází k peptizaci a částečné rozpustnosti kaseinu v důsledku výměny vápenatých iontů v mléčné bílkovině za ionty sodné, kdy současně dochází k přeměně nerozpustného parakaseinanu vápenatého na rozpustnější parakaseinan sodný. Intenzivnější dispergace kaseinu umožňuje těmto rozpustnějším mléčným bílkovinám lépe rozvinout své emulgační a hydratační schopnosti, a také umožňuje stabilizovat ve směsi přítomný tuk i

vodu. Působením tavicích solí dochází také k upravení pH, které se obvykle pohybuje v rozmezí pH od 5,0 do 5,5 u přírodních sýrů a od 5,6 na 5,9 u tavených sýrů. S rostoucím pH a teplotou taveniny a se schopnost iontové výměny zvyšuje. [7, 11, 15, 24, 20, 40, 41]

Obr. 1: Iontová výměna vápenatých iontů za sodné v přítomnosti tavicích solí při výrobě tavených sýrů.



[upraveno podle 9]

V současné době existují tavicí soli na bázi fosfátů a citrátů, které obvykle tvoří 2-3 % hmotnosti surovinové skladby tavených sýrů. Z tavicích solí se nejčastěji využívají sodné soli fosforečnanů např. monofosforečnany, difosforečnany a polyfosforečnany, z citrátů se využívají sodné soli kyseliny citronové, a nebo jejich kombinace. Kromě sodných tavicích solí při výrobě tavených sýrů se lze setkat i s draselnou tavicí solí, která se obvykle nepoužívá při výrobě tavených sýrů, protože může ve finálním výrobku způsobit hořkou příchuť, což je nežádoucí. Rovněž existují zmínky o sodno-hlinitých tavicích solích fosforečnanů.

S nárůstem obsahu použitých tavicích solí fosforečnanového a citronanového typu (přibližně v intervalu 0–3 % w/w) se zvyšuje i tuhost finálních výrobků. [11, 15, 25, 39, 41, 43, 44]

Pokud bychom zahřáli surovinovou směs bez tavicích solí, lze očekávat uvolnění vody a došlo by k oddělení hydrofilní a hydrofobní fáze, tudíž bez aplikace tavicích solí bychom tavený sýr stěží vyrobili. Naopak kdyby došlo k předávkování tavicí směsí tavicími solemi, obdrželi bychom výrobek s nevhodnou konzistencí a v některých případech i s defekty v chuti (například hořkou pachutí). [11, 24, 43]

Komerční tavicí soli, které vyrábí specializované společnosti, obsahují směs dvou až tří komponent. Výrobci tavených sýrů neznají přesné míšící poměry těchto komponent, protože se jedná obvykle o obchodní tajemství dodavatelů.

Mezi společnostmi, které se zabývají výrobou tavicích solí v České republice, řadíme FOSFA a.s., Břeclav. K nejvýznamnější společnosti z Německa patří BK Giulini GmbH s produktem JOHA, který je do České a Slovenské republiky distribuován prostřednictvím firmy MILCOM servis, a.s. [15, 41, 45]

V současné době výzkumníci hledají možnosti náhrady fosforečnanů a citranů při výrobě tavených sýrů jinou technologickou přísadou (např. karagenany anebo některé dikarboxylové kyseliny a jejich soli). [11]

4.1 Charakteristika fosforečnanových tavicích solí

Fosforečnany jsou soli odvozené od kyseliny trihydrogenfosforečné (H_3PO_4), pro které je společné, že obsahují aniont $(\text{PO}_4)^{3-}$. Dělíme je podle skupin $(\text{PO}_4)^{3-}$ na monofosforečnany, které obsahují jednu $(\text{PO}_4)^{3-}$ skupinu, dále na difosforečnany, které obsahují dvě $(\text{PO}_4)^{3-}$ a polyfosforečnany, pro které je typické tři a více $(\text{PO}_4)^{3-}$ skupin. [12, 21, 25]

Tab. 2: Fosforečnany používané při výrobě tavených sýrů

Skupina	Látka	Vzorec	pH 1% vodného roztoku	Obsah P_2O_5 %	E-kód
Fosforečnany	Dihydrogenfosforečnan sodný	NaH_2PO_4	4,5	59,15	E339
	Monohydrogenfosforečnan sodný	Na_2HPO_4	9,1	50	E339
	Fosforečnan sodný	Na_3PO_4	11,9	43,94	E339
Difosforečnany	Dihydrogendifosforečnan sodný	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	4,1	63,95	E450
	Difosforečnan sodný	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	10,2	53,38	E450
Trifosforečnany	Trifosforečnan sodný	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	9,7	57,88	E451
Polyfosforečnany	Polyfosforečnan sodný	$(\text{NaPO}_3)_n$	6,6	69,61	E452

[upraveno podle 9]

Obecně lze říci, že fosforečnany způsobují zvýšení hodnoty pH směsi a přispívají ke stabilizaci pH vůči okolním vlivům v důsledku jejich pufrací kapacity, která klesá s narůstající délkou lineárního řetězce. [6, 46]

Fosforečnany vykazují silný krémovací efekt, což je žádoucí zejména při výrobě oblíbených roztíratelných tavených sýrů. Prostřednictvím reakcí se fosforečnany navážou na protein, a tak změní jeho vlastnosti např. schopnost hydratace, bobtnání a tvorbu gelu. [11, 44]

Fosforečnany jsou schopny vyměňovat vápenaté ionty za ionty sodíku, tím pádem podporují tvorbu gelu mléčných bílkovin. Podle iontové výměny fosforečnanů, která roste s prodlužující se délkou řetězce fosforečnanů lze seřadit fosforečnany v následujícím pořadí: polyfosforečnany > $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ > $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ > Na_3PO_4 > $\text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7$ > $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ > Na_2HPO_4 > NaH_2PO_4 . S tímto souhlasí i studie Molins (1991), která zjistila, že difosforečnany mají vyšší schopnost výměny iontů než monofosforečnany, ale na druhé straně, nižší než polyfosforečnany. [15, 20, 40]

Fosforečnany mají antimikrobiální účinky na grampozitivní bakterie, kvasinky a některé mikromycety. Jejich inhibiční efekt závisí na délce řetězce, čím delší řetězec, tím mají fosforečnany lepší inhibiční účinek na grampozitivní bakterie. Tudíž největší inhibiční účinek na bakterie mají polyfosforečnany. Tyto bakterie způsobují kažení sýrových výrobků, a jejich přidáním do tavicí směsi se snižuje riziko růstu nežádoucích bakterií tvořících spory. [9, 21]

Mezi fosforečnanové tavicí soli, které se používají při výrobě tavených sýrů, řadíme: monofosforečnany, difosforečnany, trifosforečnany a polyfosforečnany. Monofosforečnany řadíme mezi nízkomolekulární látky se schopností vázat se na syrovátkové proteiny a zvýšit jejich úroveň hydratace. Používají se hlavně k úpravě a stabilizaci pH, zatímco difosforečnany a trifosforečnany navíc vykazují silný krémovací efekt, což je žádoucí zejména při výrobě roztíratelných tavených sýrů. Polyfosforečnany vykazují velmi vysokou schopnost výměny iontů a dokonce prodlužují trvanlivost výrobku. [6, 9, 11, 40]

Studie Awad et al. (2002, 2004) zjistila, že lineární polyfosforečnany, silně vážou vápník do komplexů a na straně druhé jen zřídka podporují tvorbu gelu, naopak nízkomolekulární polyfosforečnany, více podporují tvorbu gelu. Ze studie Mizuno a Lucey (2005) vyplývá, že difosforečnany mohou podporovat tvorbu gelu lépe než trifosforečnany. Tvorba gelu je daná vazbou komplexu vápenatých difosforečnanů na kasein, čím dojde ke snížení odpudivých sil mezi kaseinovými řetězci a dále tvorbou můstků mezi kaseiny. [6, 9, 40, 44]

Podle schopnosti podporovat tvorbu gelu seřadíme fosforečnany takto: trifosforečnany > difosforečnany > kratší polyfosforečnany ($4 \leq n \leq 10$) > delší polyfosforečnany ($n > 10$) > ortofosforečnany. [9]

4.2 Citrany

Citrany jsou tavicí soli, které jsou odvozeny od kyseliny citronové ($C_6H_8O_7$). Používají se buď samostatně, nebo ve směsi s jinými tavicími solemi zejména polyfosforečnany. Jako tavicí soli při výrobě tavených sýrů se nejčastěji používá citronan trisodný, protože při použití monosodného a disodného citronanu dochází k silnému okyselení směsi, tudíž dochází ke vzniku nestabilní emulze, která velmi snadno uvolňuje vodu. Mají nižší schopnost výměny vápenatých iontů a také nižší schopnost zvýšit hydrataci proteinů i emulzi tuku. Citrany zlepšují pH tavených sýrů, vykazují dobrou pufrací kapacitu a příznivě ovlivňují chuť výsledného výrobku. Při výrobě blokových a plátkových tavených sýrů se nejčastěji aplikuje citronan trisodný, protože citronany používáme do takových tavených sýrů, kde požadujeme tvrdou konzistenci. [6, 11, 12, 21, 39, 41]

Tab. 3: *Citranové tavicí soli používané při výrobě tavených sýrů*

Skupina	Látka	Vzorec	pH 1% vodného roztoku	E-kód
Citrany	Citronan sodný	$C_6H_7NaO_7$	3,75	E331
	Citronan disodný	$C_6H_6Na_2O_7$	5,00	E331
	Citronan trisodný	$C_6H_5Na_3O_7$	7,95	E331

[upraveno podle 37]

4.3 Vliv tavicích solí na konzistenci tavených sýrů.

Vliv fosforečnanů na pevnost (tuhost) sýrů roste v následujícím pořadí: monofosforečnan < difosforečnan < trifosforečnan < polyfosforečnan. [6]

Mezi nejměkčí tavené sýry řadíme takové, které byly vyrobeny s použitím monofosforečnanů, při použití polyfosforečnanů docházelo k tvorbě pevnějších tavených sýrů a vzorky

s difosforečnany a trifosforečnany se ukázaly nejvíce tuhé kvůli jejich nejvyšší schopnosti podporovat tvorbu gelu v taveném sýru. [6, 9]

Trifosforečnany mají silnější schopnost vyměňovat ionty ve srovnání s difosforečnany, a proto byly pozorovány nižší hodnoty tvrdosti u modelových vzorků s TSPP ve srovnání s výrobky s PSTP. Při poměrech DSP a TSPP nižším než 1 : 3 nebo vyšším než 3 : 1 narůstala tvrdost modelových vzorků, opět se zvyšujícím obsahem polyfosforečnanu v ternární směsi. S tímto tvrzením souhlasila i studie Awad 2004, která se zabývala působením ternárních směsí čtyř sodných solí monofosforečnanu, difosforečnanu, polyfosforečnanu nebo citrátu v různých poměrech na texturní vlastnosti tavených sýrů. Ve většině případů, tvrdost vzorku klesla s klesajícím množstvím polyfosforečnanů ve směsi. [15, 44]

Tavené sýry, ve kterých převládají monofosforečnany byly spíše měkké konzistence, zatímco při použití dlouhých polyfosforečnanů vznikaly více tuhé tavené sýry. S tímto souhlasila i studie Awad et al. (2002, 2004) a Sádčíková et al. (2010), kteří zjistili, že tvrdost tavených sýrů se zvyšovala s rostoucím počtem atomů fosforu v molekule a také zaznamenali nárůst tvrdosti se zvyšujícím obsahem polyfosforečnanů s dlouhým řetězcem až do 50% binární směsi s monofosforečnany a difosforečnany. [15, 40, 44]

Studie Mizuno a Lucey 2007 uvádí, že citrát sodný má lepší schopnost vázat vápenaté ionty, tudíž dochází k tvorbě sýrů s vyšší tvrdostí ve srovnání s citrátem disodným. Další studie Shirashoji 2006, uvádí, že při zvýšení koncentrace citranů, které se používají při výrobě tavených sýrů, dochází ke zvýšení tvrdostí finálního výrobku. El - Bakry et al. (2011) tvrdí, že tvrdost tavených sýrů roste se zvyšujícím obsahem TSC na úkor DSP.

Většina spotřebitelů považuje za optimální konzistenci sýry s použitím TSC a TSPP, které byly méně roztíratelné (tvrdší) oproti ideální konzistenci. [20, 40, 41]

5 METODY STANOVENÍ ROZTÉKAVOSTI TAVENÝCH SÝRŮ

5.1 Roztékavost neboli tavitelnost

Tavitelnost je definována jako schopnost taveného sýra téct po zahřátí. Tavitelnost taveného sýra je důležitým faktorem při určování kvality a pro konkrétní využití výrobku, zejména u sýrů používaných v potravinách konzumovaných po tepelné zpracování. Harvey et al. (1982) uvádí, že roztékavost tavených sýrů, se může lišit od použité šarže. [25, 47, 48, 49, 50]

Na texturu a tavitelnost tavených sýrů má vliv složení zejména podíl tuku a tavicích solí, dále doba skladování a různé technologické operace, které byly aplikovány při výrobě tavených sýrů. Dalším faktorem, který ovlivňuje tavitelnost je průběh teploty při tavení směsi. Tunick et al. (1993) zjistili, že tavitelnost se zvyšuje zralostí přírodních sýrů. Tavitelnost a texturní vlastnosti taveného sýra ovlivňuje i obsah vody. [20, 22, 23, 49, 51, 52]

Van Hekken et al. (2007) dokázal, 2krát větší tavitelnost u taveného sýra, který má 3 krát větší obsah tuku. Merrill et al. (1996) uvedl, že čím méně tuku v sýru, tím nižší je tavitelnost. Studie Koca a Metin (2004) ukázala, že tavitelnost sýrů se výrazně snižuje se snižujícím obsahem tuku. [51]

5.2 Testy zabývající se měřením roztékavosti

V současné době testy, které se zabývají měřením roztékavosti, můžeme rozdělit na empirické metody a objektivní metody (instrumentální metody). Empirické metody, které se zabývají měřením rozměrové změny, jako je například průměr a výška vzorku sýru před a po tepelné úpravě. Objektivní metody spoléhají na stanovení vnitřní reologické vlastnosti sýru, jako je viskozita. [22, 47, 48, 53]

Zdaleka nejpoužívanější v mlékárenském průmyslu jsou empirické testy, z nichž nejvýznamnější metodu, známou jako Schreiber test, navrhl Kosikowski. Možná díky své jednoduchosti je nejčastěji používanou metodou pro hodnocení tavitelnosti sýra Schreiber test. [47, 48]

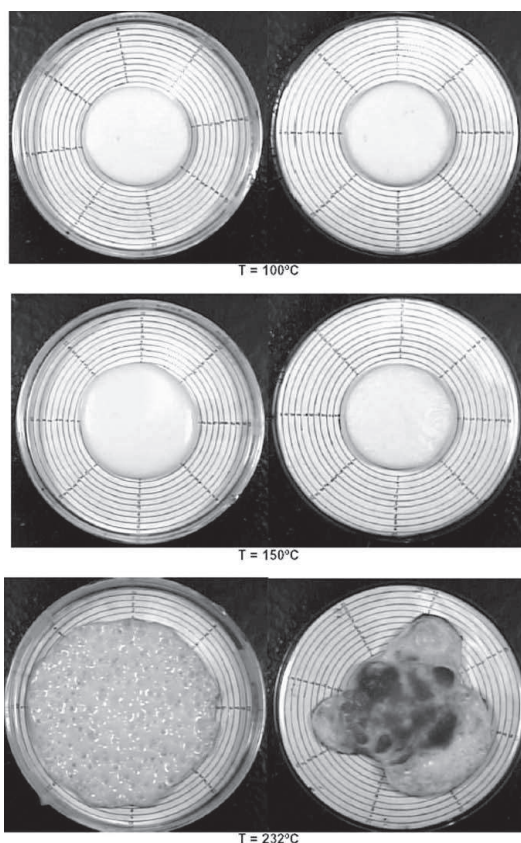
Z hodnocení tavitelnosti při použití Schreiber a Tube testu bylo zjištěno, že tavitelnost závisí na obsahu tuku v taveném sýru. [51]

5.2.1 Schreiber test

Schreiber test byl proveden zahříváním vzorků sýrů při teplotě v rozmezí 60 až 232 ° C, které byly umístěny do středu třech topných ploch. Jednalo se o skleněné Petriho misky s (hmotnost = 65,34 ± 2,17 g, průměr = 100 mm, a výška = 21 mm) a bez vrchního víčka (hmotnost = 37,41 ± 0,93 g, průměr = 94,05 mm, výška = 19,41 mm), dále hliníkový plech a nerezovou ocel. [47, 48, 53, 54]

Vzorky tavených sýrů se vložily do vyhřáté sušárny na teplotu 232 °C po dobu 5-ti minut. Poté se vzorky vytáhnou ze sušárny a chladí se po dobu 30-ti minut při pokojové teplotě. Stanovení roztékavosti vzorků bylo měřeno s použitím stupnice, průměr šesti hodnot na libovolném měřítku od 0 (nejmenší) do 10 (největší) jednotek. Na začátku testu se vzorek taveniny vešel do kruhu "0". Měření maximálního průměru a oblasti rozšíření bylo měřeno pomocí zpracování obrazu příslušným softwarem. [47, 48, 51, 55, 56, 57]

Obr. 2: Tavení sýrů pomocí Schreiber testu při působení různých zkušebních teplot, kdy vzorek je vložen do Petriho misky, která je buď přikrytá víčkem (vlevo), a nebo bez víčka (vpravo).



[upraveno podle 47]

Největší roztékavost tavených sýrů byla u Schreiber testu, kdy byl vzorek sýru vložen do středu skleněné Petriho misky a následně byl přiklopen víčkem a vložen do sušárny vyhřáté na teplotu 232 °C. [12]

Hlavní nevýhody této metody je nadměrné a nekontrolované tavení, připalování vnějších okrajů taveného sýra při zahřívání a nepřesné měření roztékavosti v případě vzorků tavených sýrů, které se neroztekly „do kruhu“. Tyto problémy mohou způsobit odchylky v měření roztékavosti. Připalování sýra se lze vyhnout vyhodnocováním tavitelnosti při teplotě nižší, než 232 °C. Nepřesné měření roztékavosti u vzorku, které nemají tvar kruhu, lze omezit měřením rozsahu šíření roztečení, místo průměru roztečení sýru. [12, 47, 48]

5.2.2 Zkumavkový test (Tube test)

Tavitelnost sýrů se měří následujícím způsobem. Strouhaný sýr vážící přibližně 10 g se vloží do zkumavky (32 mm x 250 mm), zatlačí se na dno zkumavky a výška sýra se označí. Zkumavky byly pokryty hliníkovou fólií, ve které byly propíchnuty otvory, aby horká pára unikala během tavení. Zkumavky byly ve svislé poloze v chladničce při teplotě 4 °C po dobu 30 minut a poté vodorovně v sušárně zahřívány na teplotu 104 °C po dobu 60 min. Tavitelnost byla měřena v milimetrech od spodní části zkumavky do bodu, ve kterém se roztékavost taveného sýra zastavila. [50, 51, 55]

6 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo měřit roztékavost tavených sýrů v závislosti na pH, při použití různých poměrů monofosforečnanu sodného, difosforečnanu sodného a polyfosforečnanu sodného jako složek ternární směsi tavicích solí. Pro dosažení tohoto cíle bylo nezbytné naplnit následující dílčí cíle:

- provést literární rešerši se zaměřením na charakteristiku tavených sýrů
- popsat technologii výroby tavený sýrů
- popsat úlohu pH na roztékavosti tavených sýrů
- popsat úlohu tavicích solí
- popsat metody stanovující roztékavost tavených sýrů
- upravit 1566 fotografií pro obrazovou analýzu
- proměřit fotografie
- zhodnotit výsledky

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7.1 Princip experimentu

Při experimentu byla studována roztékavost sýrů s různými koncentracemi tavicích solí, u vzorků s úpravou pH a bez úpravy pH. Dané vzorky byly vyrobeny ve dvou seriích, přičemž u jedné série byla hodnota pH upravena na přibližně stejnou hodnotu v rozmezí pH 5,7 - 5,8. Druhá série byla vyrobena bez úpravy hodnoty pH. U vzorků se pH upravovalo k vůli texturním vlastnostem tavených sýrů. [32]

V daném experimentu byly použity ternární směsi fosforečnanů, jednalo se o monofosforečnan sodný ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, DSP), difosforečnan sodný ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, TSPP) a polyfosforečnan sodný ($(\text{NaPO}_3)_n$, POLY). Dané tavicí soli byly použity v ternární směsi (DSP:TSPP:POLY), jednalo se o 64 variant s krokem po 10 % (100:0:0, 90:10:0, 80:20:0.....40:60:0, 40:50:10, 40:40:20.....10:90:0, 10:80:10.....0:20:80, 0:10:90, 0:0:100). Vzorky se také lišily podle celkového přídatku tavicích solí, který byl nejprve 3,0 % w/w, pak 2,5 % w/w a 2,0 % w/w. [32]

Úprava hodnoty pH byla provedena přidávkem zásady (NaOH , $c=1 \text{ mol.l}^{-1}$) nebo kyseliny (HCl , $c=1 \text{ mol.l}^{-1}$), které se přidávaly k tavenině v průběhu výroby taveného sýra, při dosažení teploty 85-86 °C. Vzorky po 28. dnech skladování byly ve dvou dávkách o hmotnosti asi 5 g nanášeny na skleněnou desku a vyfotografovány, aby mohla být změřena původní velikost. Pak byly vzorky vloženy do vyhřáté sušárny na teplotu 232 °C po dobu 5 minut. Poté byly vzorky vytaženy ze sušárny, chlazeny po dobu 30 minut při pokojové teplotě a následně znovu vyfotografovány pro zjištění změny velikosti. [32, 12]

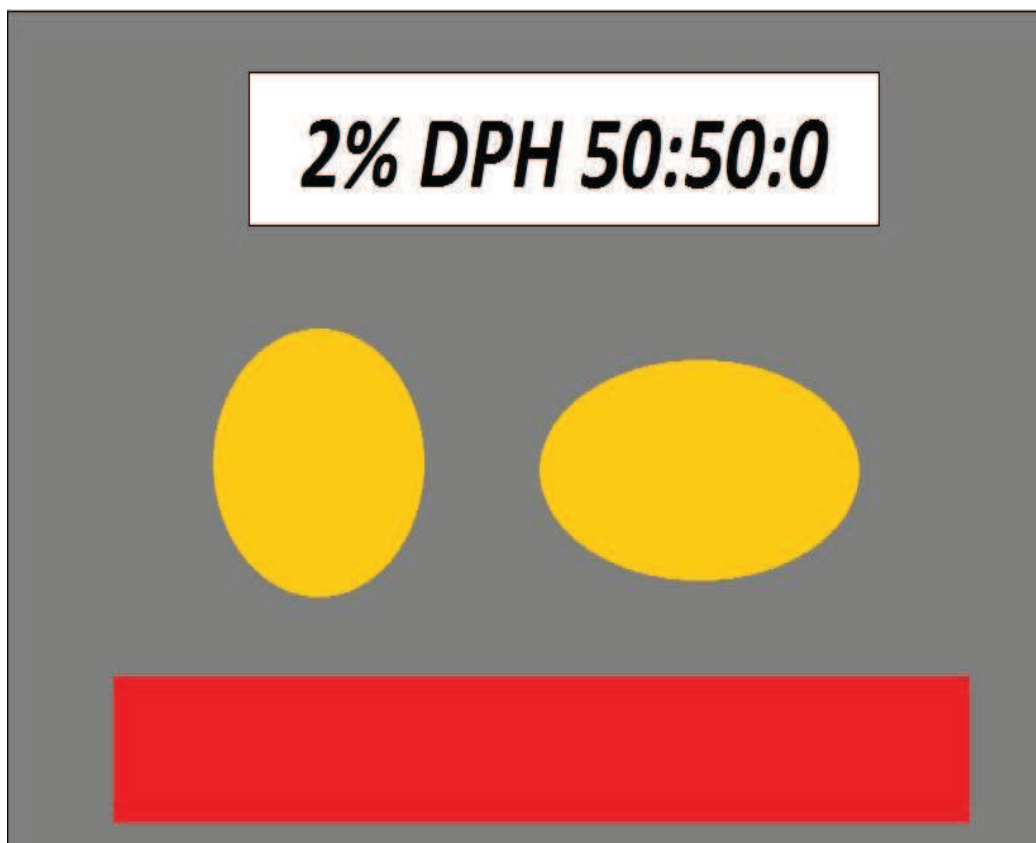
7.2 Popis snímku

Pro usnadnění automatického zpracování obrazu, bylo stanoveno rozložení oblastí na snímku (obr. 3). V horní části obrázku s nastavitelnou výškou, která byla vyhrazena pro popis snímku – bílý objekt (zpravidla se jedná o štítek s popisem) v horní části obrázku, který se při obrazové analýze ignoruje.

Ve střední části obrázku se nachází dva vzorky sýra s barvou kolísající mezi bílou a světle hnědou. V dolní části snímku byl umístěn červený štítek – červené měřítko se známými

rozměry ke kalibraci měřítka obrázku. Ke zlepšení kontrastu byla skleněná deska podložena černým papírem. [12]

Obr. 3: Schéma rozložení objektů na snímku



Originální snímek byl ve formátu JPG, což nebylo vhodné, protože JPG používá ztrátovou kompresi, při které jsou cenou za malou datovou velikost artefakty komplikující zpracování. Tudíž ke zpracování bylo potřeba mít snímek ve formátu BMP – true color se 24 bity na pixel. Výhodou formátu BMP je jeho extrémní jednoduchost. Informace o RGB barvách každého pixelu jsou uloženy bez jakékoliv komprimace, proto se s obrázkem dobře pracovalo. Naopak nevýhodou formátu BMP byl velký datový objem snímku (mezi 10 a 20 MB). Obrázky byly konvertovány pomocí freeware programu IrfanView verze 4.25, který umožňoval dávkovou konverzi a úpravu obrázků. [12]

V menu Soubor se zvolila dávková konverze, vybraly se snímky, u kterých požadujeme změnit formát JPG za BMP. Výstupní formát se zvolil BMP a spustila se dávka.

7.3 Systém značení souborů

Ke zpracování snímků byla použita stejná metoda zpracování jako v bakalářské práci.

Jméno souboru v sobě skrývá všechny důležité informace.

Formát jména souboru: A%_ii_pH_D_P_H_p

A – celkový přídavek tavicích solí (v programu ke zpracování fotografií musí být % nahrazeny písmenem p, (jako procento), protože by si s tím program nedokázal poradit)

ii – druhá série měření (první série nemá nic nebo _i_)

pH – vzorek, u kterého bylo upraveno pH (pokud chybí, jedná se o vzorek, u kterého nebylo upraveno pH)

dph – zkratky tří solí

D_P_H – poměr koncentrace solí v %

D – podíl monofosforečnanu ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; DSP)

P – podíl difosforečnanu sodného ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$; TSPP)

H – podíl polyfosforečnanu sodného ($(\text{NaPO}_3)_n$; POLY).

p – vzorek po pečení (pokud chybí, je to vzorek před pečením) [12]

Například:

2 %_I_DPH_0_10_90_p značí celkovou koncentraci tavicích solí 2 %; jedná se o první sérii měření; jde o vzorek, u kterého nebylo upraveno pH (neobsahuje v názvu „pH“); koncentrace tavicích solí byla 0 % monofosforečnanu, 10 % difosforečnanu a 90 % polyfosforečnanu, jedná se o vzorek pečený (obsahuje v názvu „p“).

A jako opačnou možnost si ukážeme další příklad:

3 %_II_pH_DPH_40_40_20 značí celkovou koncentraci tavicích solí 3 %; jedná se o druhou sérii měření; jde o vzorek, u kterého bylo upraveno pH; koncentrace tavicích solí byla 40 % monofosforečnanu, 40 % difosforečnanu a 20 % polyfosforečnanu; jedná se o nepečený vzorek (neobsahuje v názvu „p“).

8 PROGRAM

K analýze snímku byl používán jednoúčelový program pro analýzu obrazu, který vytvořil vedoucí této práce. Program byl napsán v jazyce C jako aplikace spouštěná z příkazového řádku. Důvodem tohoto řešení bylo, že zpracování jednoho snímku trvalo několik desítek sekund až několik málo minut podle velikosti obrázku a výkonu procesoru. Proto bylo výhodou, že uživatel nemusel zpracovávat obrázky jeden po druhém a čekat na proběhnutí výpočtu. Místo toho připravil dávkový soubor, který zpracoval několik desítek nebo i stovek obrázků bez interakce s uživatelem. Uživatel po zpracování prohlédne výsledky, a pokud zpracování některých obrázků neproběhlo podle jeho představ, upraví v dávkovém souboru parametry těchto obrázků a spustí zpracování znovu. [12]

8.1 Parametry programu

Program se spouští z příkazového řádku příkazem:

```
bunka jmeno [-vzdal=vzdal] [-hlav=hlav] [-scale=scale] [-r=r -g=g -b=b] [-batch]
```

bunka – jméno programu (podle největšího současného odborníka na tavené sýry)

jmeno – jméno vstupního obrázku ve formátu .bmp bez typu; vytvoří se výstupní obrázek jmenoout.bmp, na kterém jsou barevně vyznačené výsledky rozpoznání jednotlivých objektů na snímku

vzdal – maximální vzdálenost podobných barev v RGB prostoru (default=50);

Barvy sýra v true-color, 24 bit byly zapisovány pomocí složek R – red, G – green a B – blue, které udávaly množství dané barvy v intervalu od 0 do 255 (např.: 0; 0; 0 je černá, 255; 255; 255 je bílá a 0; 0; 255 je modrá)

Každá barva pak může být chápána jako bod ve 3D prostoru s tím, že podobnost barev lze popisovat pomocí jejich vzdálenosti v tomto prostoru. Větší vzdálenost odpovídá větší toleranci při rozpoznávání barev.

hlav - procento z horní části obrázku, které se nezpracovává, protože tam byla hlavička se jménem (default 0)

scale - velikost červeného měřítka. Velikost sýra se přepočítá do stejných jednotek jako červené měřítko (default 1).

batch - batch-mode - po skončení výpočtu program nečeká po zobrazení výsledků na zmáčknutí klávesy, ale ukončí se, aby dávkový soubor mohl pokračovat

r, g, b – složky barvy sýra [12]

8.1.1 Příklad

```
bunka 2p_I_DPH_0_80_20_p -vzdal=40 -hlav=25 -scale=25 -r=255 -g=220 -b=120 -batch
```

Načte obrázek 2p_I_DPH_0_80_20_p.bmp, program rozezná barvy s tolerancí 40, ignoruje horní čtvrtinu snímku a předpokládá, že sýr má barvu 255,220,120 (žlutou trochu do oranžova – obr. 4).

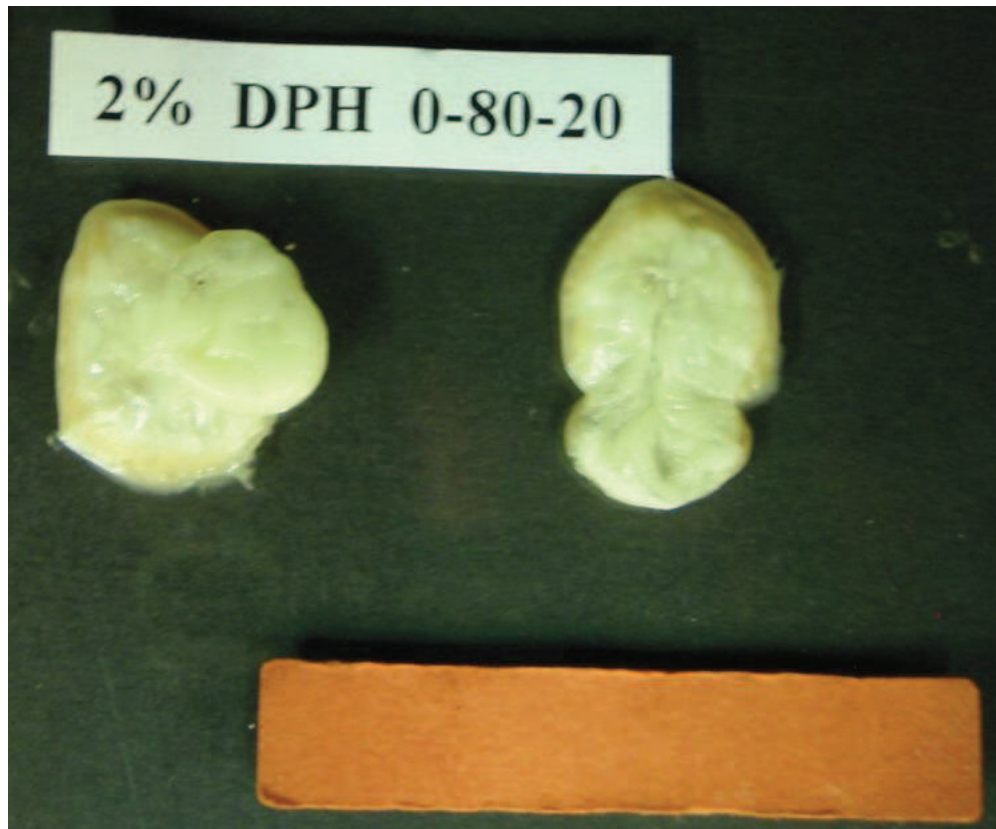
Obr. 4: Barva odpovídající RGB souřadnicím 255, 220, 120.



8.1.2 Příklad analýzy snímku

Na následujícím snímku si předvedeme typické zpracování fotografií 2p_I_DPH_0_80_20_p (obr. 5).

Obr. 5: Typický snímek – 2%_I_DPH_0_80_20_p



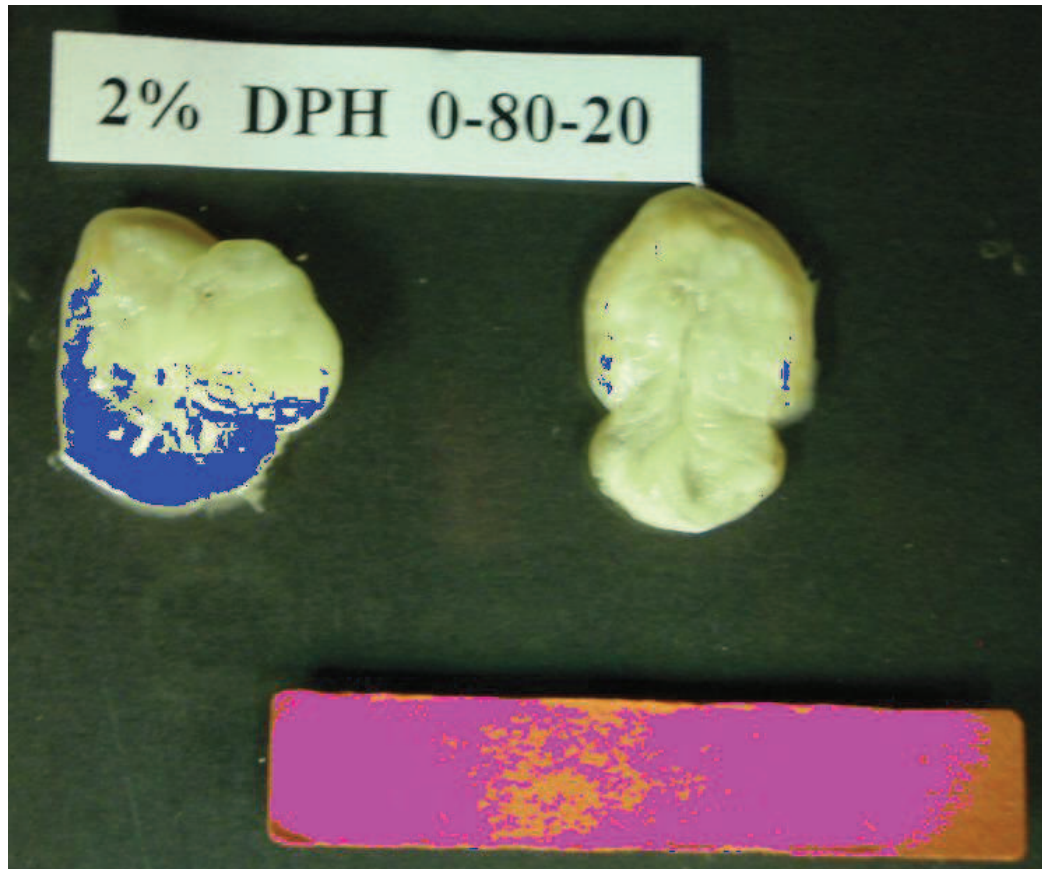
Nejdříve je potřeba zjistit přibližnou barvu sýra na snímcích. K tomu nám velmi dobře poslouží funkce „kapátko“ v libovolném lepším grafickém editoru (používali jsme GIMP 2.6.8.), kterým zjistíme RGB barvu na několika místech sýru a na několika snímcích. Jako typickou barvu sýra nastavíme například $r=250$; $g=210$; $b=150$. Výšku hlavičky je zpravidla rozumné nastavit 25 %. Dále se pokusíme odhadnout nějakou vhodnou hodnotu vzdálenosti v RGB prostoru – např. 40. [12]

Spustíme program s parametry:

```
bunka 2p_I_DPH_0_80_20_p -vzdal=40 -hlav=25 -r=250 -g=210 -b=150 -batch
```

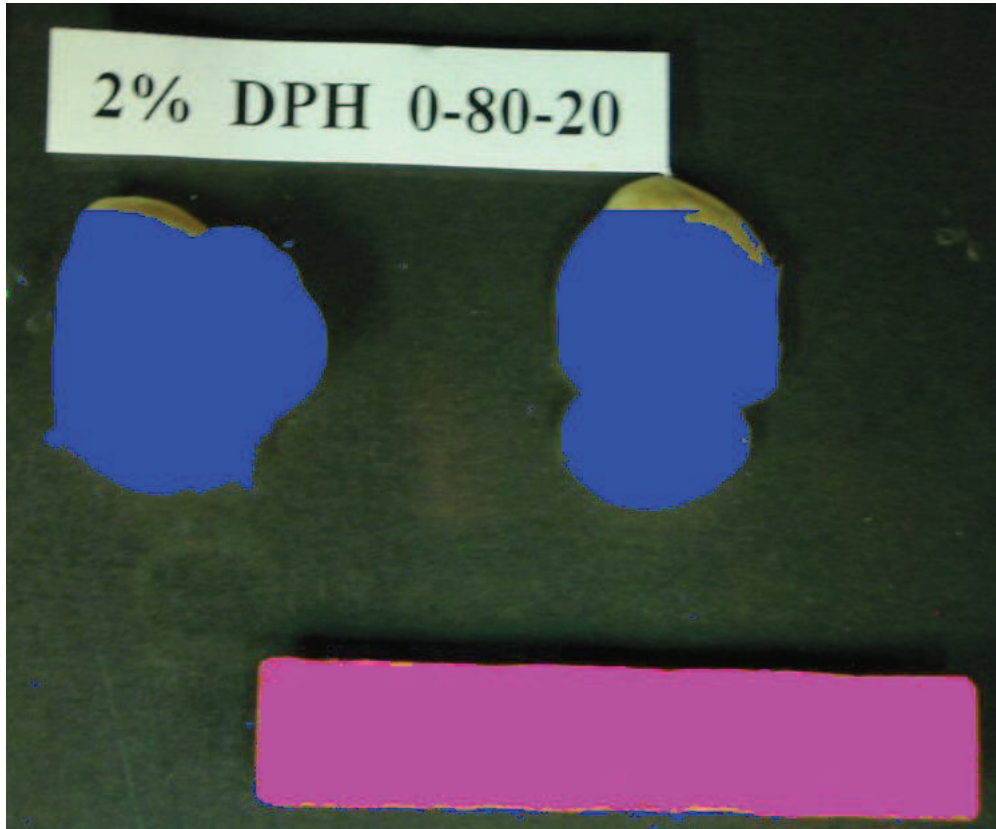
Výsledek můžeme vidět na obrázku 6. Modře jsou zbarveny části snímku, které program rozpoznal jako sýr, červeně pak části rozpoznané jako měřítko. Vidíme, že části sýra program sice našel, ale na obrázku byly některá místa světlejší a některá tmavší, než odpovídalo námi zvolené barvě sýra. Z toho lze odvodit, že barva sýra byla nastavena přibližně správně, ale vzdálenost 40 nestačí pro rozsah barev sýra. Stejný problém nastal i s rozpoznáním měřítka. [12]

Obr. 6: Zpracování snímku s parametry vzdal=40, hlav=25, r=250, g=210, b=150.



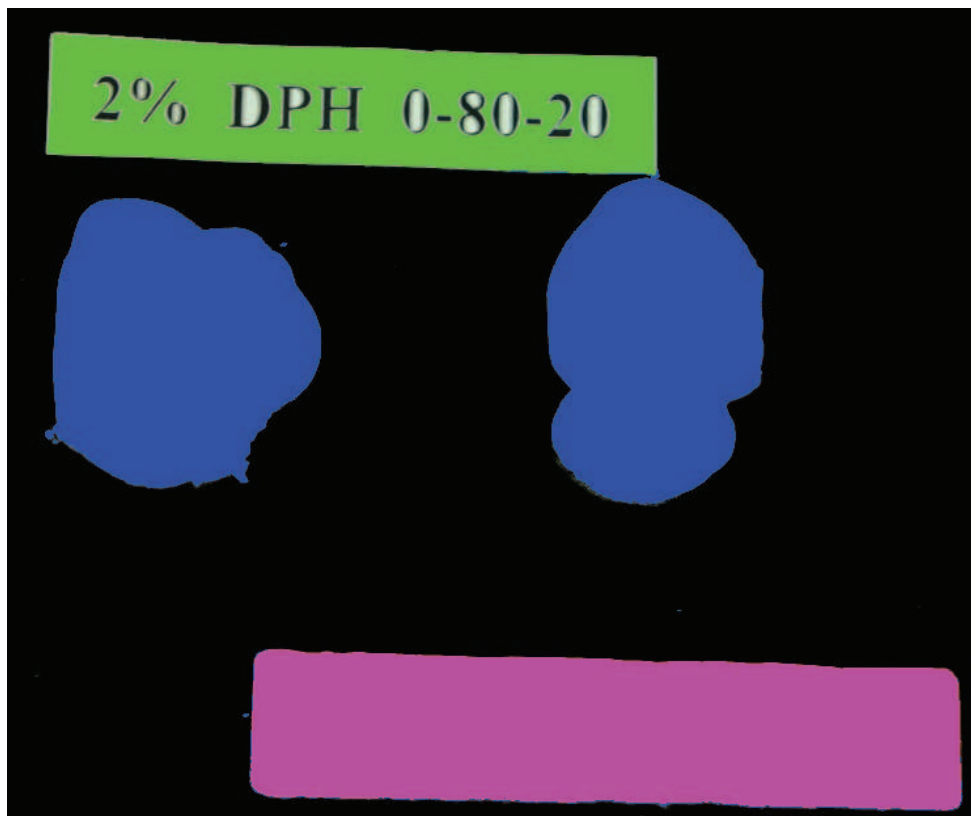
Aby program správně zakreslil sýry, musíme zvětšit povolenou vzdálenost v RGB prostoru např. na 60. Výsledek můžeme vidět na obr. 7. Program správně rozpoznal, co byl sýr a co bylo měřítko, pouze na pravém i levém vzorku chybí zakreslení vrchní části sýra, z důvodu, že se 25 % vrchní části snímku nezpracovává, protože se zde nachází hlavička se jménem. [12]

Obr. 7: Zpracování snímku s parametry vzdal=60, hlav=25, r=250, g=210, b=150.



Jak si můžeme všimnout, tak pravý vzorek sýra se dotýká hlavičky se jménem, tudíž je nutné tuto nezpracovávanou oblast zmenšit. Zvolíme si tedy hodnotu např. 20. Pro jistotu si obrázek otevřeme v grafickém editoru, kde si nastavíme barvu např. zelenou a pomocí nástroje „plechovka“ vyplníme oblast horního štítku se jménem souboru, aby si program nemyslel, že se jedná o sýr a nezkreslilo nám to výsledek. Výsledný snímek můžeme vidět na obrázku 8. [12]

Obr. 8: Zpracování snímku s parametry vzdal=60, hlav=20, r=250, g=210, b=150.



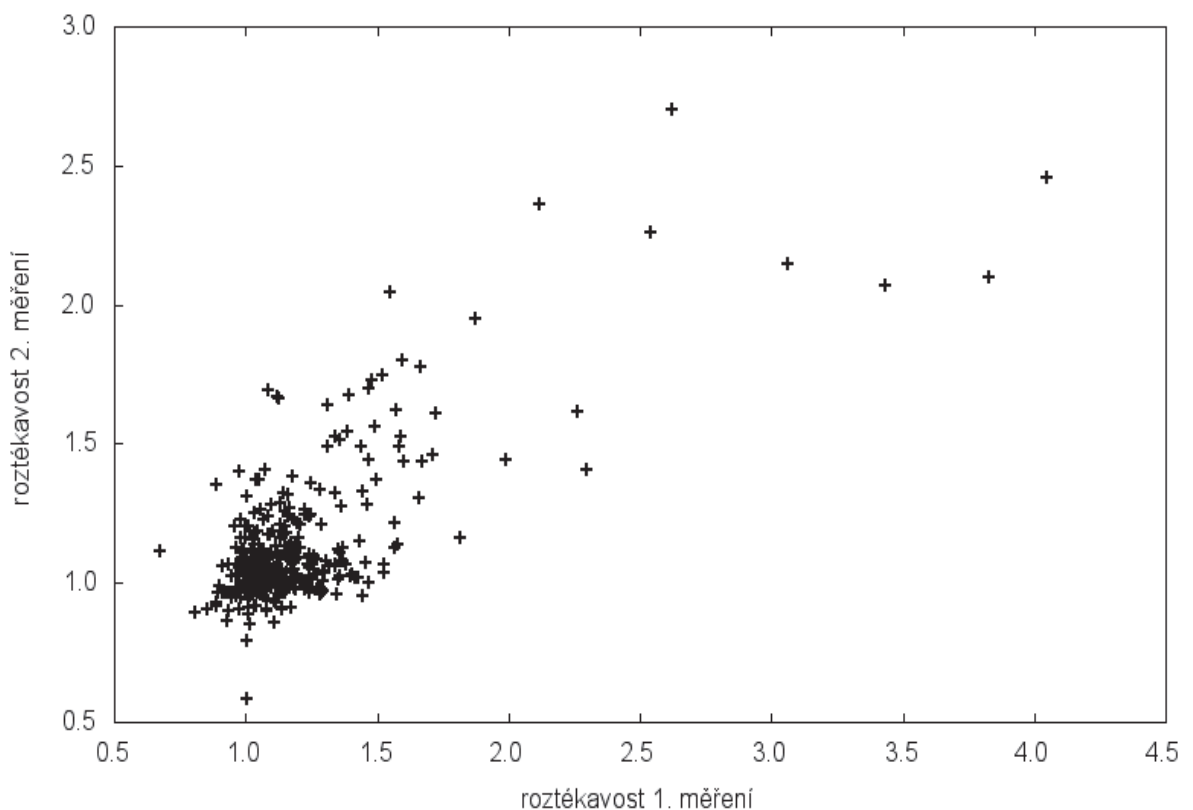
V případě málo kvalitních snímků, kdy se barva sýra měnila ve velmi širokém rozsahu nebo když bylo pozadí málo kontrastní a program měl problém s rozeznáním sýra, bylo rozumné otevřít obrázek v grafickém editoru, nastavit si barvu popředí na vhodnou barvu pro sýr a pomocí nástroje „plechovka“ vyplnit potřebnou oblast jednou barvou. [12]

9 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

9.1 Reprodukovatelnost

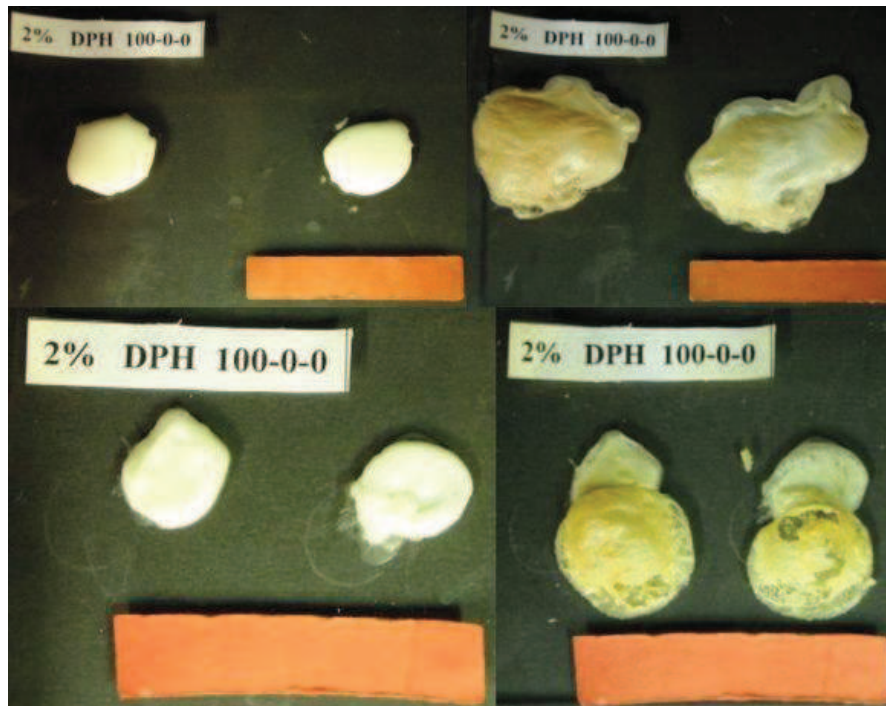
Před vlastním vyhodnocováním výsledků se pokusíme zhodnotit reprodukovatelnost měření. V grafu (obr. 9) je na ose x vynesena roztékavost změřená při prvním měření a na ose y pak roztékavost stejného sýra při druhém měření. V ideálním případě by body měly ležet na přímce $y = x$. Jak je však vidět z grafu, existuje sice korelace mezi hodnotami dvou měření, ale koeficient determinace r^2 je pouze 0,54, tedy hodnoty 2. měření jsou pouze z poloviny vysvětleny hodnotami 1. měření a zbylá polovina vlivu jsou pravděpodobně různé náhodné vlivy. To znamená, že pokud zjistíme nějaké průkazné korelace, bude to pouze díky velkému množství měření.

Obr. 9: Graf reprodukovatelnosti



Na dalším obrázku (obr. 10) jsou fotografie dvou měření vzorku 2%_X_100_0_0 s největším rozdílem, reprezentované v grafu (obr. 9) bodem úplně vpravo. Je zřejmé, že roztékavost se opravdu značně lišila a větší část rozdílu byla tedy způsobena samotnými vzorky a ne chybou při jejich grafické analýze.

Obr. 10: Fotografie dvou měření vzorku 2%_X_100_0_0 s největším rozdílem (vlevo nepečený vzorek; vpravo pečený vzorek; horní řada 1. měření; spodní řada 2. měření)



Na dalším (obr. 11) jsou pak fotografie dvou měření vzorku 2,5%_I_pH_10_80_10, kdy při prvním měření došlo k roztečení o 10 % a při druhém o 70 %.

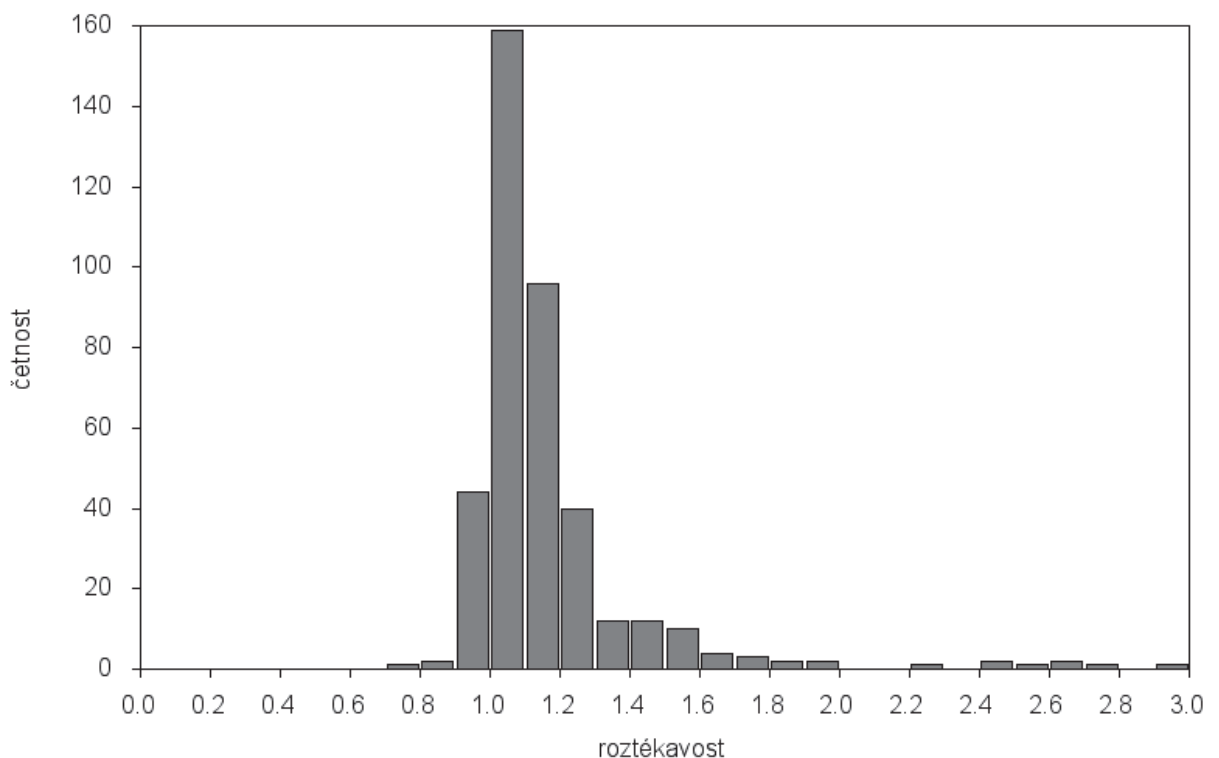
Obr. 11: Fotografie dvou měření vzorku 2,5%_I_pH_100_0_0 s největším rozdílem (vlevo nepečený vzorek; vpravo pečený vzorek; horní řada 1. měření; spodní řada 2. měření)



Vzhledem k velkým rozdílům obou hodnot měření byly tyto zprůměrovány a dále jsme pracovali pouze s průměrnou hodnotou roztékavosti.

V grafu (obr. 12) jsou vyneseny četnosti roztékavostí. U tří vzorků jsme naměřili roztékavost menší než 0,9, což indikuje hrubou chybu při měření (fotografie byla ořezána tak, že byla ztracena část červeného měřítka a tím zkreslena měřená hodnota). Tyto hodnoty byly z dalšího zpracování vyřazeny.

Obr. 12: Histogram četnosti roztékavosti



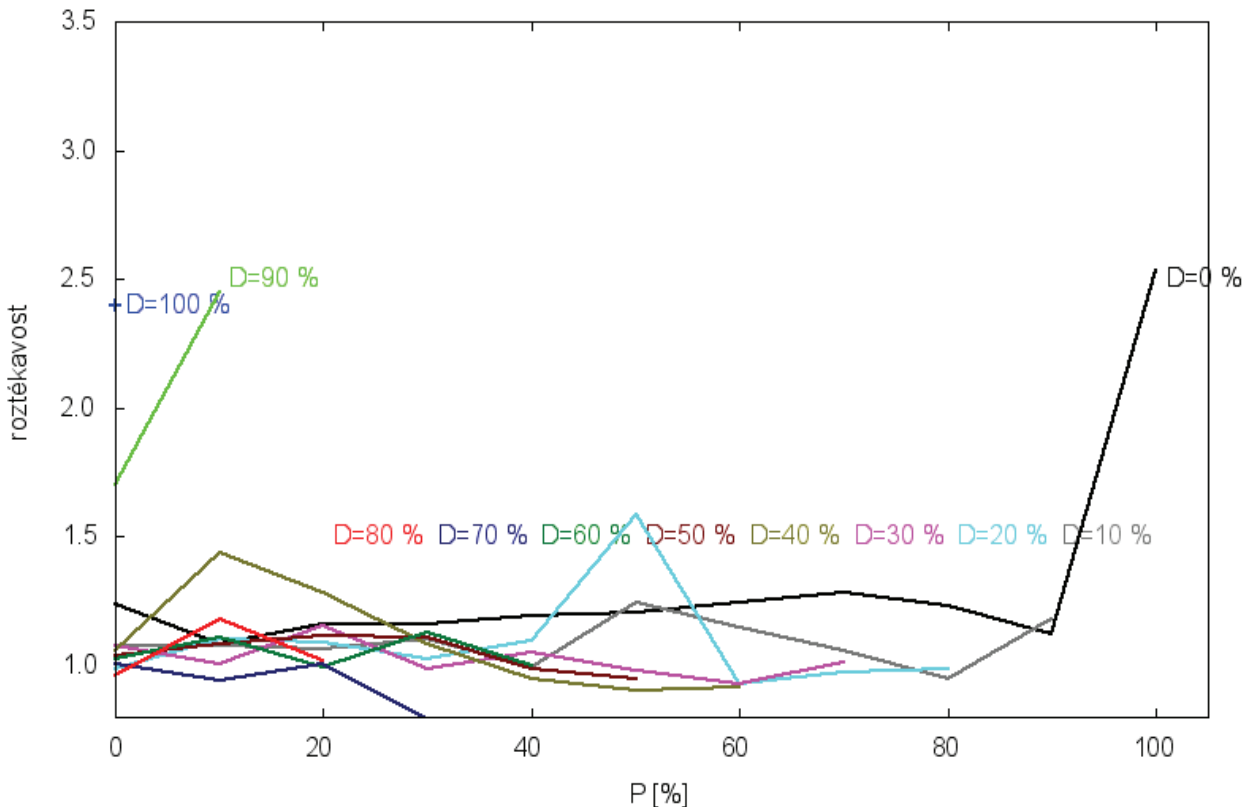
42 vzorků mělo roztékavost menší než 1,00 (z toho 13 menší než 0,95). To je důsledek nepřesnosti zpracování. Podle konkrétního nastavení barvy sýra a vzdálenosti v RGB prostoru se při měření do plochy stopy započítají nebo nezapočítají zastíněné pixely stopy sýra na okraji (dobře je tato oblast vidět v horní části stopy sýra na obr. 11). Takové vzorky můžeme považovat za správně změřené, ale neroztékavé.

Dále je z grafu (obr. 12) vidět, že roztékavost asi poloviny vzorků (52 %) je menší než 1,10, tedy zanedbatelná. Pouze velmi málo vzorků má roztékavost přesahující 2,0.

9.2 Vliv tavicích solí, neupravené pH

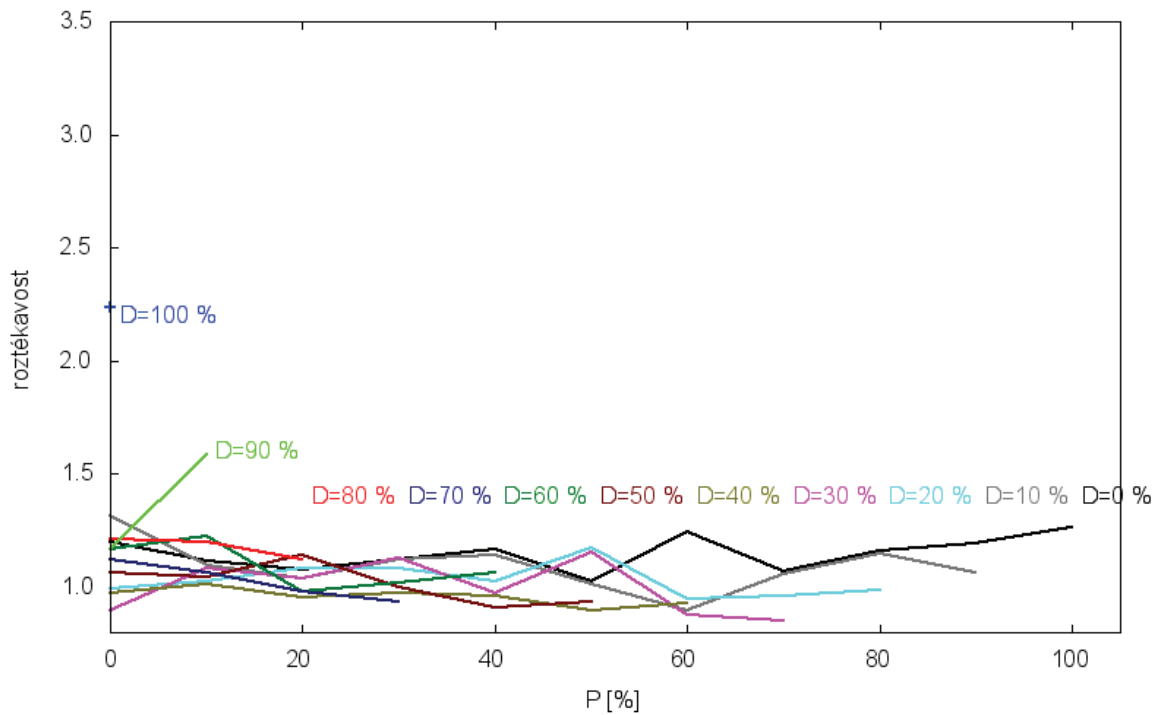
Grafy (obr. 13, 14, 15) popisují vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkovém množství solí 2 %, 2,5 % a 3 % a neupravené pH. Všechny grafy mají pro lepší přehlednost stejné měřítko na osách. Pro každý graf je konstantní celková koncentrace a mění se jen poměr D (monofosforečnan) : P (difosforečnan) : H (polyfosforečnan). Abychom byli schopni popsat v grafu roztékavost pro poměry tří složek, zvolili jsme následující postup: Celkový součet zastoupení všech tří solí činí vždy 100 %. Každé koncentraci soli monofosforečnanu odpovídá jedna křivka, u níž je popisek s koncentrací. Koncentrace soli difosforečnanu je vynesena na vodorovné ose a koncentraci soli polyfosforečnanu lze dopočítat do 100 %. Například v grafu na obr. 13 světle modrá křivka odpovídá koncentraci 20 % soli monofosforečnanu.

Obr. 13: Graf popisující vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkové koncentraci solí 3 % bez úpravy pH.

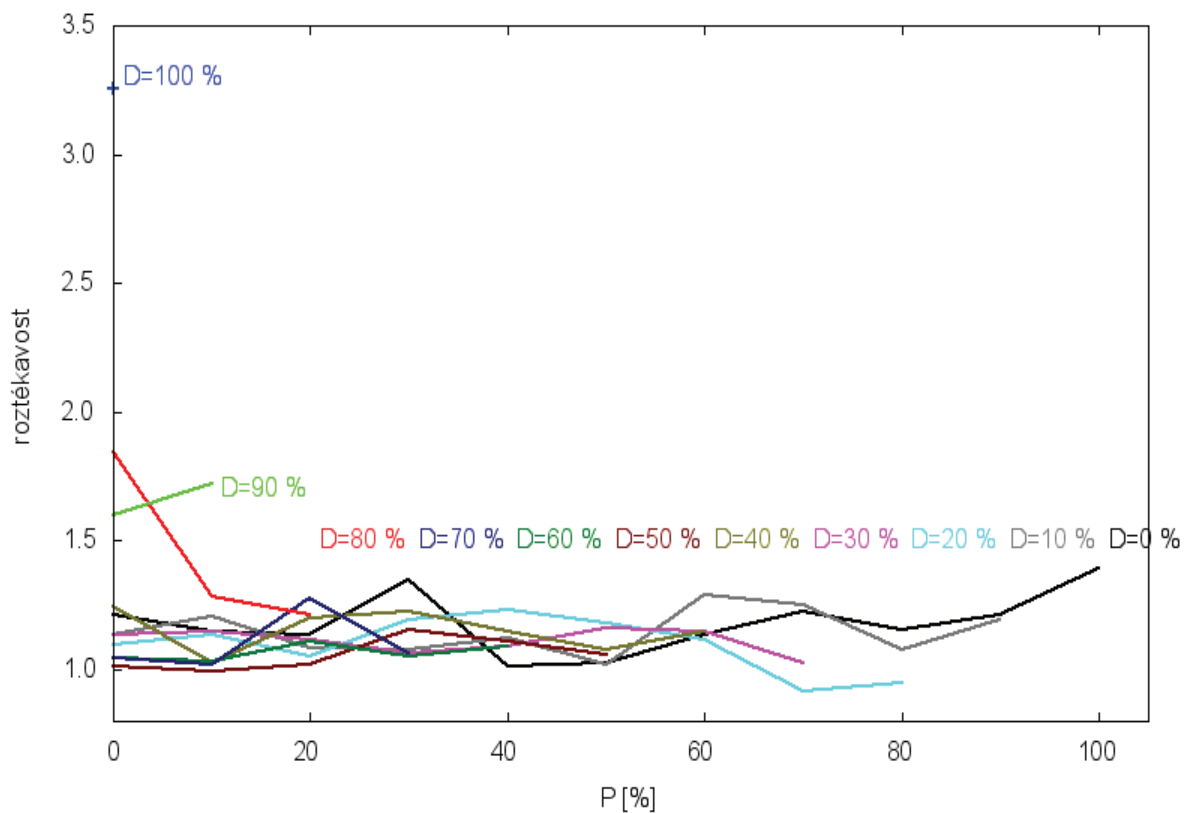


Na křivce vidíme výrazný extrém (extrém je pravděpodobně šum, vybrali jsme si ho, protože je dobře vidět) v bodě $P = 50 \%$. Z bodu lze usoudit, že roztékavost pro $D : P : H$ odpovídající $20 : 50 : 30$ je téměř 1,6.

Obr. 14: Graf popisující vliv složení tavících solí na roztékavost při celkovém množství soli 2,5 % bez úpravy pH.



Obr. 15: Graf popisující vliv složení tavících solí na roztékavost při celkovém množství soli 2 % bez úpravy pH.



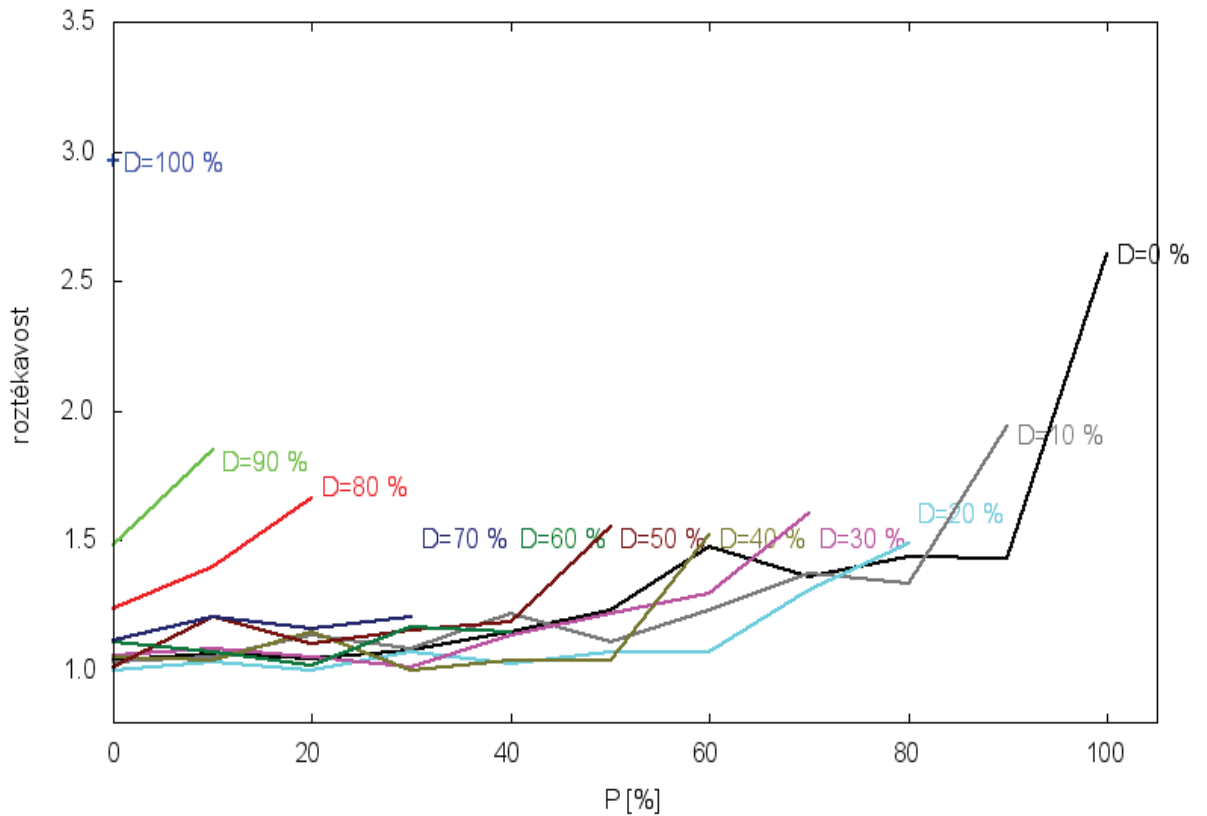
Při vyhodnocování grafů je třeba mít na paměti diskusi k reprodukovatelnosti v předchozí kapitole – tedy, že měření jsou zasažena poměrně velkou chybou a z jednoho bodu nelze činit žádné relevantní závěry. Pouze pokud vidíme nějaký trend opakovat v různých grafech, lze ho považovat za skutečný. Ve všech grafech vidíme, že největší roztékavost byla zjištěna v případě zastoupení 100 % soli monofosforečnanu (modrý bod v grafu). S tím souhlasí i studie Dimitreli & Thomareis (2009), Lu et al. (2008), Sádliková (2010) a Nagyová et al. (2012). [29, 20, 6, 7] Při tom není vidět žádný trend, při změně množství soli monofosforečnanu od 2 do 3 %. Zajímavé jsou zelené křivky $D = 90 \%$. Ve všech případech jsou to rostoucí funkce podílu difosforečnanu. Můžeme tedy tvrdit, že už 10% zastoupení soli polyfosforečnanu drasticky sníží roztékavost. S tím souhlasí studie Dimitreli & Thomareis (2009), Sádliková (2010), Templeton a Somer (1936) [29, 6, 44] a také práce Awad et al. (2002, 2004). [35, 15] Pro 10% zastoupení soli difosforečnanu sice roztékavost také poklesne proti čisté soli monofosforečnanu, ale ne tak výrazně jako u soli polyfosforečnanu. Při tom z grafů nelze vysledovat, že by samotná sůl difosforečnanu nějak zvyšovala roztékavost. Pokud je soli monofosforečnanu 80 % a méně, roztékavost zůstává konstantní a blízká jedné (roztékavost 2,5 pro celkové množství soli 3 % a poměru $D : P : H = 0 : 100 : 0$ považujeme za šum, protože se neobjevila v žádném jiném grafu).

9.3 Vliv tavicích solí, upravené pH

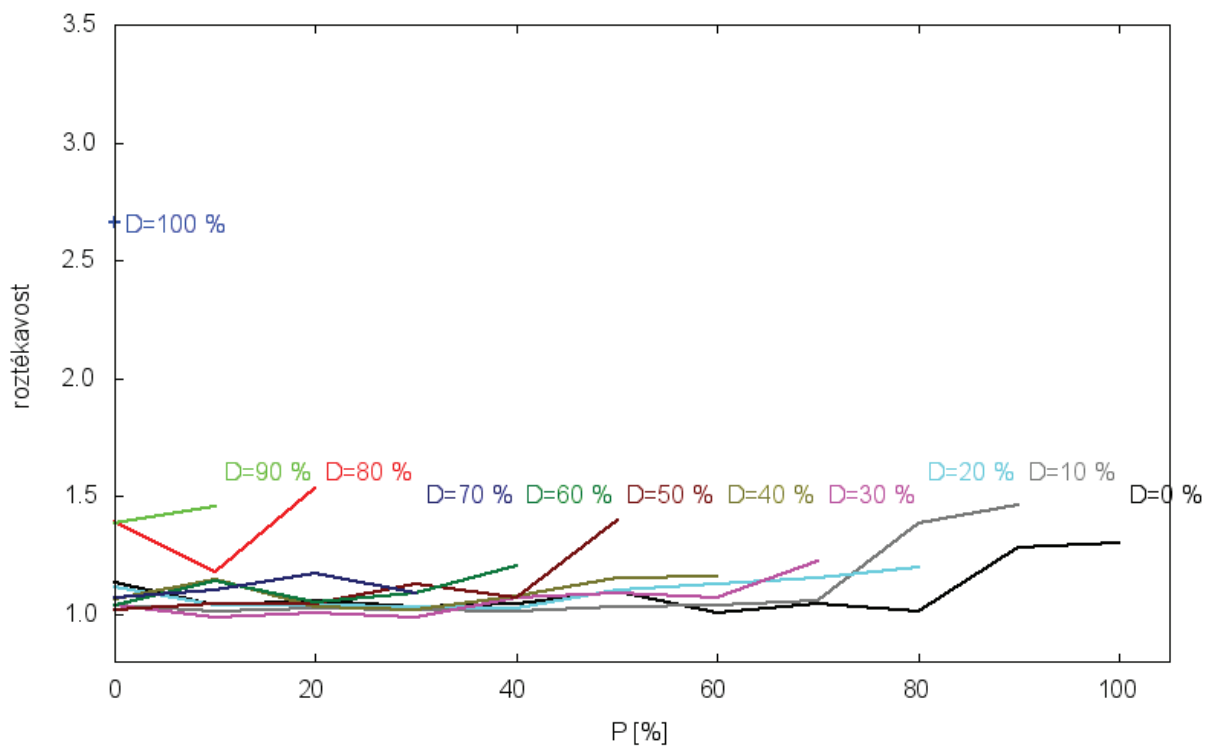
Grafy (obr. 16, 17, 18) jsou zkonstruovány stejně jako grafy (obr. 13, 14, 15), tentokrát ovšem pro vzorky, jejichž pH bylo upraveno na hodnotu 5,7 - 5,8. Podobně jako při neupraveném pH je roztékavost vysoká pro $D = 100$ a 90 % (a možná i 80 %). Na rozdíl od vzorků s neupravovaným pH lze zaznamenat zvýšenou roztékavost při nulové koncentraci polyfosforečnanu (téměř všechny křivky mají zvednutý pravý konec, který odpovídá nulové koncentraci H).

Závěrem lze napsat, že vysoká koncentrace soli monofosforečnanů zvyšuje roztékavost, naopak i malé množství (nad 10 %) polyfosforečnanu způsobuje, že se sýr neroztéká.

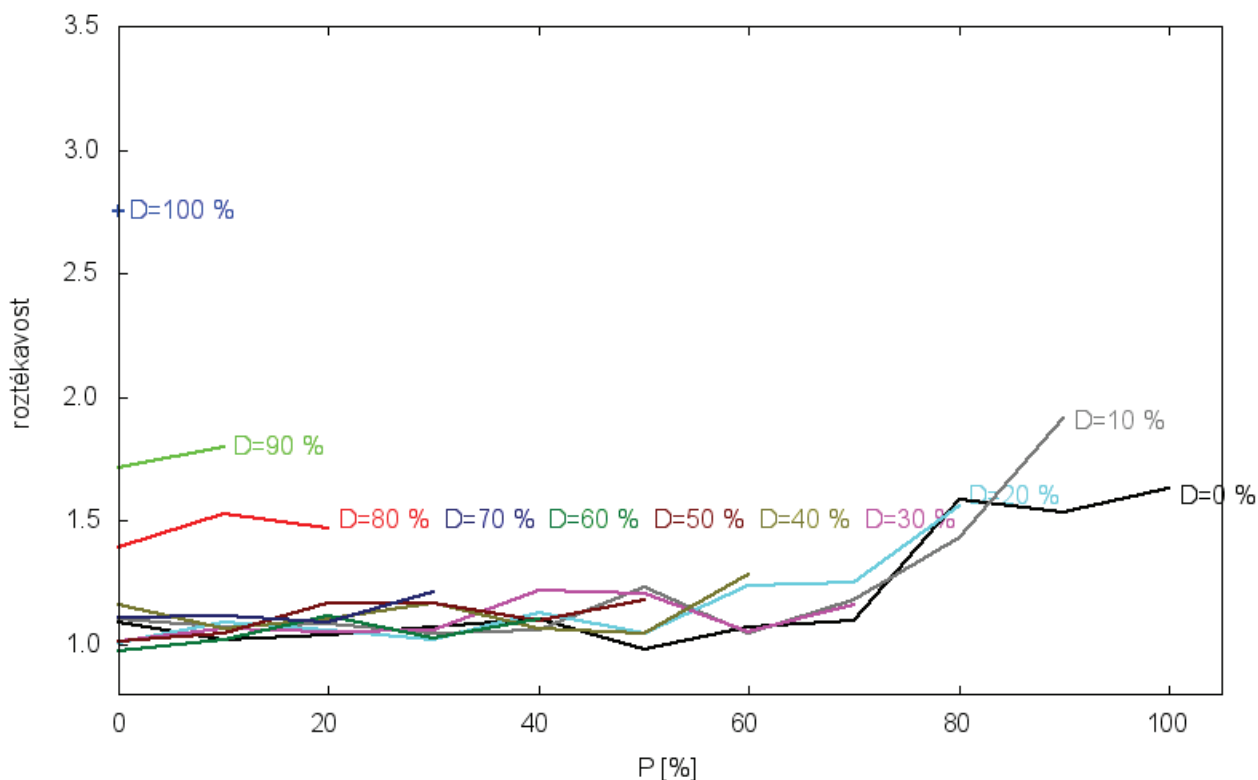
Obr. 16: Graf popisující vliv složení tavících solí na roztékavost při celkovém množství soli 3 % s úpravou pH.



Obr. 17: Graf popisující vliv složení tavících solí na roztékavost při celkové koncentraci soli 2,5 % s úpravou pH.



Obr. 18: Graf popisující vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkovém množství soli 2 % s úpravou pH.



9.4 Vliv množství tavicích solí

Pokusili jsme se zjistit, jestli se roztékavost liší pro různá množství tavicích solí. Vzhledem k tomu, že jsme měli pouze tři různá množství solí (2,0; 2,5 a 3,0 %), nebylo možné k testování použít regresii. Proto jsme použili párový t-test. [58, 59] Vypočítali jsme rozdíly mezi roztékavostmi při stejných poměrech D : P : H a stejné úpravě nebo neúpravě pH, ale při různých množstvích solí. Pak jsme testovali nulovou hypotézu, že průměrný rozdíl mezi roztékavostmi je nulový. Výsledky jsou v následující tabulce.

Tab. 4: Vliv množství tavicích solí na roztékavost

úprava pH	pH neupraveno			pH upraveno		
	2,5p-2p	3p-2,5p	3p-2p	2,5p-2p	3p-2,5p	3p-2p
Rozdíl						
průměrný rozdíl	-0,092	0,065	-0,027	-0,063	0,112	0,049
SD průměrného rozdílu	0,025	0,032	0,036	1,019	0,028	0,025
<i>P</i>	0,00057	0,043	0,451	0,0017	0,00018	0,054

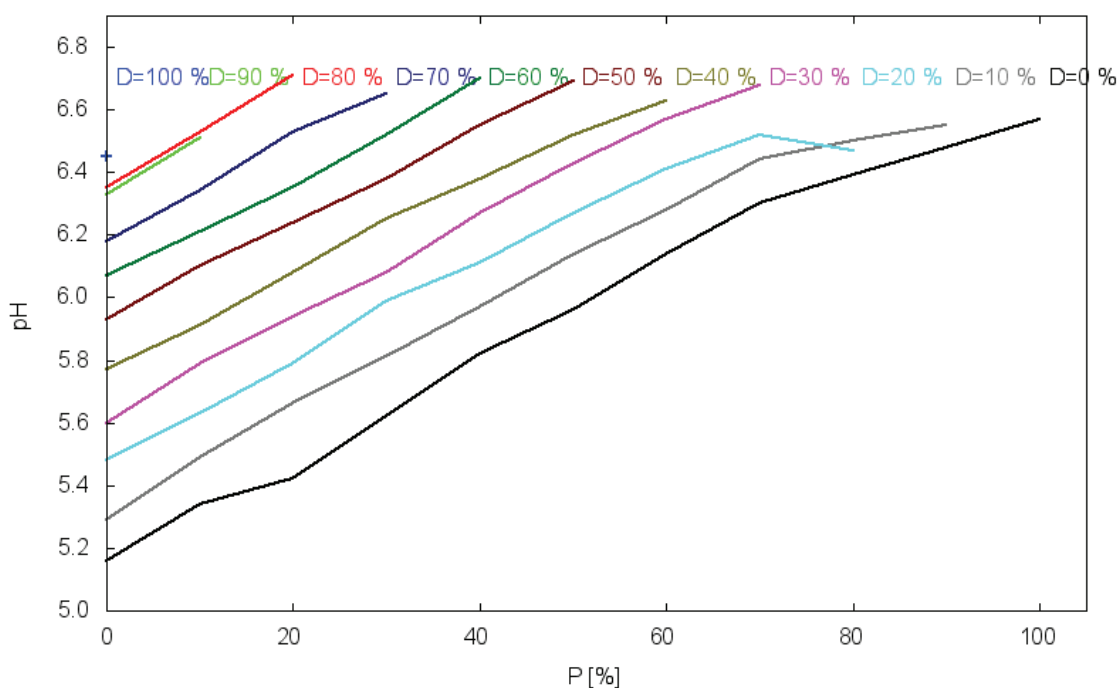
Řádek „rozdíl“ v tabulce popisuje různá množství soli. Např. 2,5p-2p je rozdíl roztékavosti při množství 2,5 % soli minus roztékavost při množství 2 % soli. V řádku p jsou výsledky testu – pravděpodobnost, že by zjištěný rozdíl mohl být náhodný.

Výsledky statistické analýzy jsou obtížně interpretovatelné. V obou případech (pH upraveno i neupraveno) došlo při zvýšení množství soli z 2,0 % na 2,5 % poklesu roztékavosti, zatímco při dalším zvýšení z 2,5 % na 3 % se roztékavost naopak zvýšila. Studie Buňka et al. (2012, 2009), El - Bakry (2010) a Weiserová (2011), souhlasí s tím, že při zvýšení celkové koncentrace tavicích solí, dochází k poklesu roztékavosti, ale je v rozporu s tvrzením, že při dalším zvýšení množství soli se roztékavost naopak zvyšuje. [15,9,42,44] Změny roztékavosti při zvýšení množství soli o 0,5 % byly vždy průkazné ($p = 0,05$), a někdy vysoce průkazné ($p = 0,01$). Změny roztékavosti při zvýšení množství soli o 1,0 % byly v obou případech neprůkazné. Zdá se, jako by roztékavost byla největší při množství soli 2,5 %.

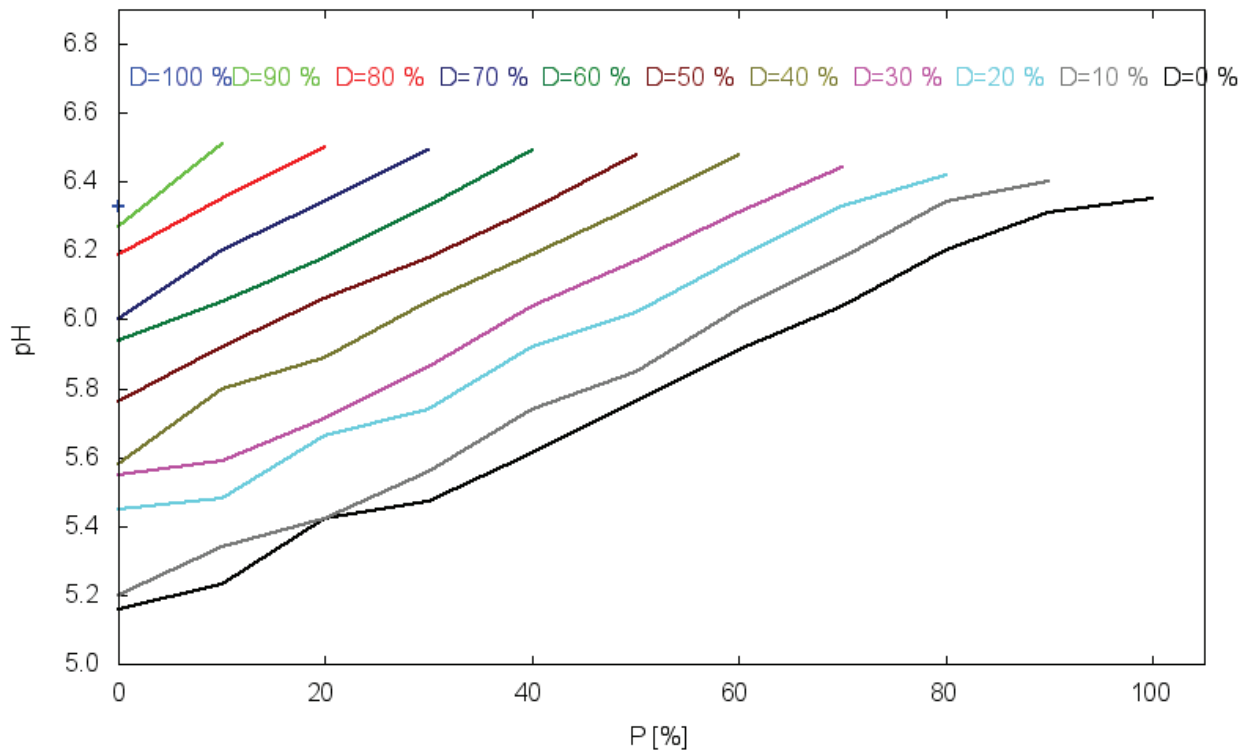
9.5 Vliv tavicích solí na pH

Grafy (obr. 19, 20, 21) zobrazují vliv složení tavicích solí na pH sýra pro množství 2,0 %, 2,5 % a 3,0 % přidaných solí. Grafy jsou konstruovány stylem, který byl vysvětlen (obr. 13 – 18).

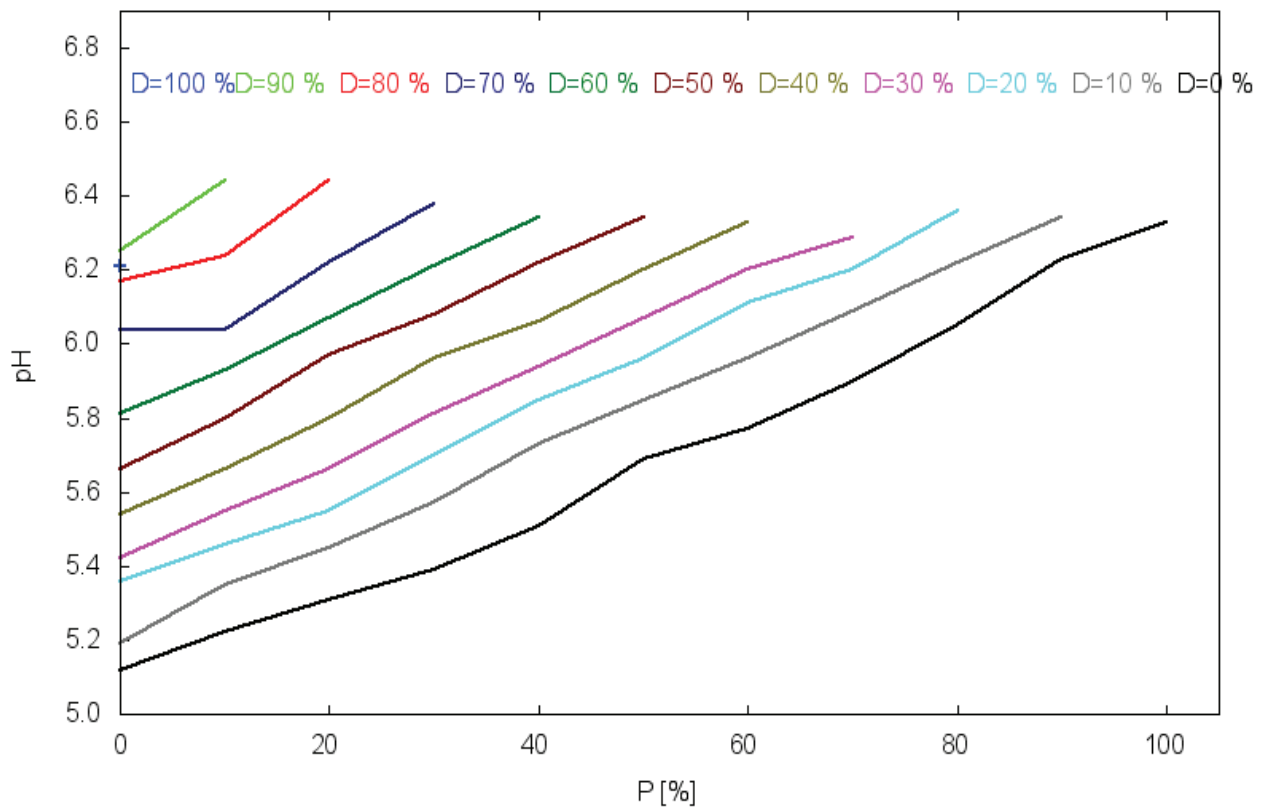
Obr. 19: Vliv složení tavicích solí na pH sýra pro množství 3,0 % přidaných solí.



Obr. 20: Vliv složení tavících solí na pH syra pro množství 2,5 % přidaných solí.



Obr. 21: Vliv složení tavících solí na pH syra pro množství 2,0 % přidaných solí.



Z grafů je zřejmé, že rostoucím množstvím soli monofosforečnanu a difosforečnanu se zvyšuje pH a obě soli jsou z hlediska pH skoro zaměnitelné. S tím souhlasí práce Lu et al. (2008), Fukui et al. (1972). [20, 35] Právě konce všech křivek ukazují pH pro D + P tvořící 100 % solí a tedy 0 % H. Ve všech grafech je vidět, že pH je nejvyšší pro 80 % monofosforečnanu a 20 % difosforečnanu (konec křivky D=80) a pro jiný poměr D : P velmi mírně klesá. Naopak sůl polyfosforečnanu vede k nízkému pH (nejnižší pH má směs D = P = 0 % a H = 100 %). Souhlasí se studii Sádliková (2010), Nagyová (2012) a Weiserová (2011), které tvrdí, že použití polyfosforečnanu vede k nízkému pH. [6, 7, 44]

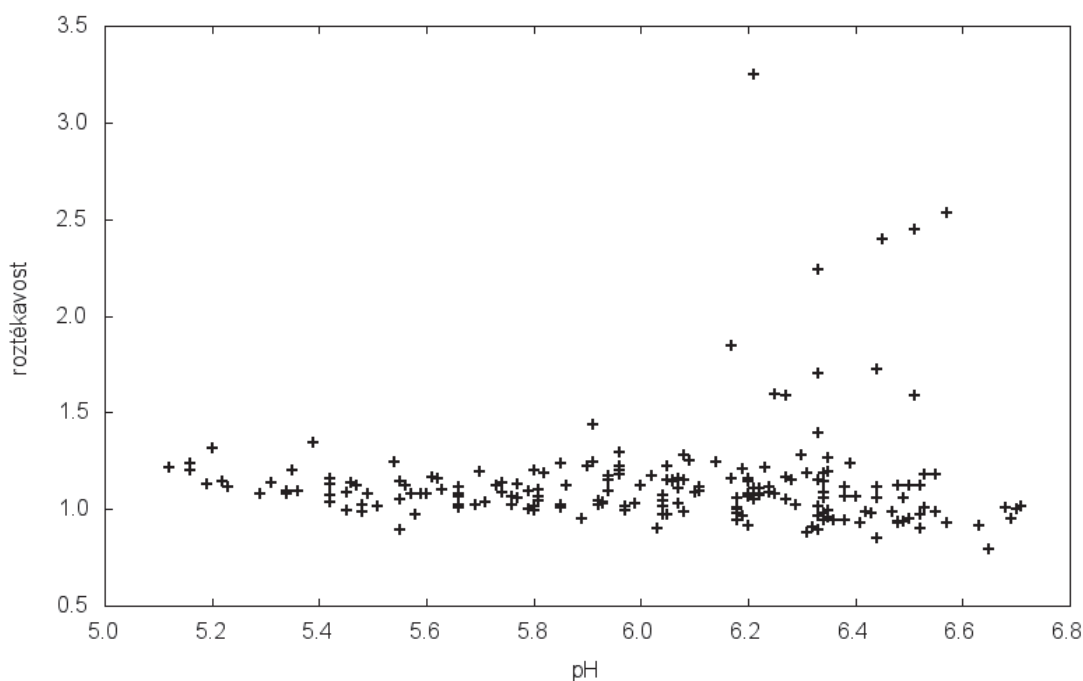
Srovnáním grafů pro různé celkové množství solí je patrné, že podle očekávání vyšší množství solí monofosforečnanu a difosforečnanu zvyšuje pH, ale dokonce i větší množství soli polyfosforečnanu vede k o něco vyššímu pH (levý konec křivky D=0 odpovídá 100 % H).

Můžeme tedy uzavřít, že sýr má před tavením hodnotu kolem pH 5 a přidáním tavicí soli polyfosforečnanu se pH velmi mírně zvyšuje a přidáním monofosforečnanu nebo difosforečnanu se pH zvyšuje výrazně.

9.6 Vliv pH na roztékavost

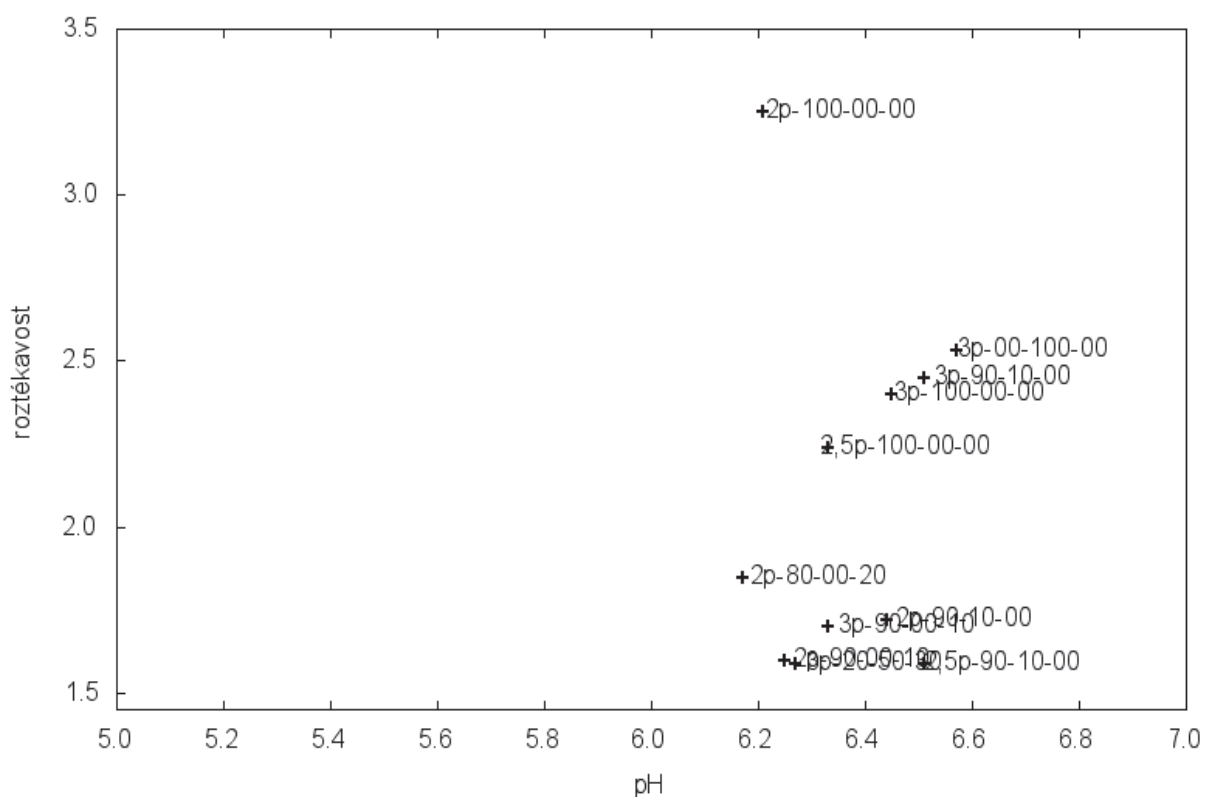
Graf (obr. 22) popisuje závislost roztékavosti na pH.

Obr. 22: *Závislost roztékavosti na pH*



Z grafu je vidět, že naprostá většina bodů je v oblasti roztékavosti mezi 0,9 a 1,3 (jak jsme již diskutovali dříve u reprodukovatelnosti). Ovšem v oblasti vysokých pH je několik bodů, které odpovídají vysokému pH a zároveň velké roztékavosti. Abychom zjistili, čím, jsou tyto body výjimečné, vynesli jsme znovu do grafu (obr. 23) pouze body s roztékavostí větší než 1,45 (velké množství bodů pod 1,45 by nám v grafu vytvořilo nepřehlednou zmršť) a přidali k nim popisky, kterému vzorku patří.

Obr. 23: Graf popisující závislost pH na roztékavosti pro body s roztékavostí větší než 1,45

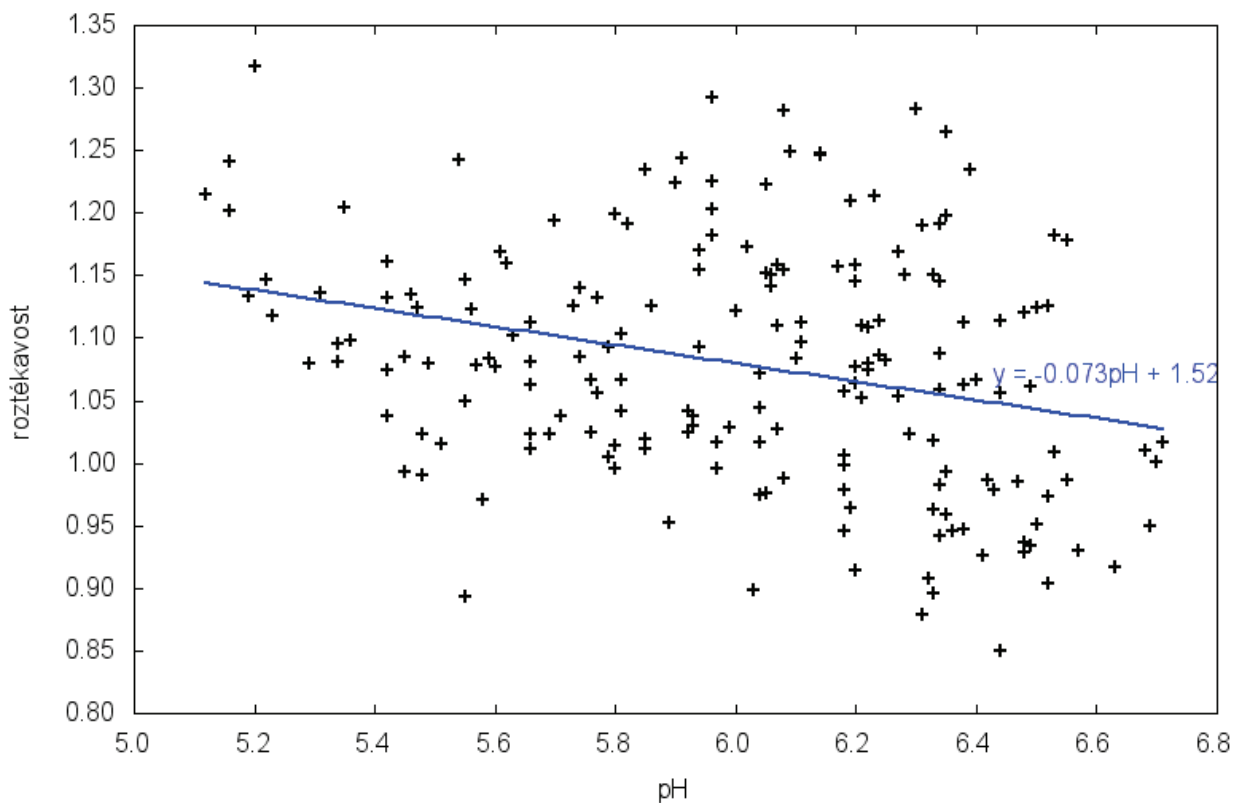


Z popisek je vidět, že až na jednu výjimku (2p_80_00_20) jsou to vzorky s nejruznějším celkovým množstvím soli, ale všechny s nulovou koncentrací soli H. To odpovídá zjištění v kapitole o vlivu koncentrace tavicích solí na roztékavost. Můžeme tedy prohlásit, že příčinou vysoké roztékavosti není vysoké pH, ale specifické složení tavicích solí, které způsobuje jednak vysokou roztékavost, jednak i zvýšené pH.

Prohlédneme-li si znovu pozorně obr. 22, všimneme si, že odmyslíme-li si body s vysokou roztékavostí, která není způsobena pH, hlavní skupina bodů s nižší roztékavostí vykazuje slabý klesající trend (s rostoucím pH klesá roztékavost). Abychom tuto možnost ověřili, vyřadili jsme vzorky s vysokou roztékavostí (nad 1,40), o kterých si myslíme, že jejich

roztékavost není způsobena pH a vzorky s nižší roztékavostí vynesli znovu do grafu (obr. 24).

Obr. 24: Graf popisující závislost pH na roztékavosti, kdy byly vyřazeny vzorky s vysokou roztékavostí (nad 1,40)



Při proložení přímky metodou nejmenších čtverců jsme skutečně dostali přímku se zápornou směrnici. Bodům v grafu (obr. 24) odpovídá korelační koeficient $-0,29$ (znaménko znovu indikuje zápornou směrnici), který je vysoce průkazný ($p = 6.10^{-5}$). Testovali jsme nulovou hypotézu H_0 , že výběr pochází z dvourozměrného normálního rozdělení, v němž je korelační koeficient nulový a tuto nulovou hypotézu jsme zamítli. [58, 59] Zdá se tedy, že v rozporu s prvotním dojmem, rostoucí pH způsobuje nižší roztékavost. Ovšem s výhradou, že jsme část bodů vyřadili a ani pak není korelace příliš silná.

10 DISKUSE

V této práci byl studován vliv pH na roztékavost tavených sýrů, při použití různých poměrů monofosforečnanu sodného, difosforečnanu sodného a polyfosforečnanu sodného jako složek ternární směsi tavicích solí. Bylo zjištěno, že největší roztékavost tavených sýrů je za použití čisté soli monofosforečnanu. Toto tvrzení je v souladu s pracemi Dimitreli & Tomareis (2004), Lu et al. (2008), Sádliková (2010) a Nagyová et al. (2012). [29, 20, 6, 7] Naopak nejmenší roztékavost byla prokázána u polyfosforečnanu, kdy už 10% zastoupení soli polyfosforečnanu sníží roztékavost. S daným tvrzením souhlasí studie Dimitreli & Tomareis (2004), Sádliková (2010), Templeton a Somer (1936). [29, 6, 44] Tyto studie se zabývaly vlivem sodných fosforečnanů na texturní vlastnosti tavených sýrů. S tímto tvrzením souhlasí i studie Awad et al. (2002) a Awad et al. (2004) [35, 15], která byla zaměřena na působení ternárních směsí sodných solí monofosforečnanu, difosforečnanu a polyfosforečnanu v různých poměrech na texturní vlastnosti tavených sýrů. Tato studie prokázala, že ve většině případů roztékavost vzorků klesla s klesajícím množstvím polyfosforečnanů ve směsi. Dále z našich výsledků vyplývá, že i s 10% zastoupením soli difosforečnanu roztékavost také poklesne proti čisté soli monofosforečnanu, ale ne tak výrazně jako u soli polyfosforečnanu. Roztékavost tavených sýrů závisí na schopnosti fosforečnanů iontové výměny, která roste s prodlužující se délkou řetězce fosforečnanů a lze je seřadit v následujícím pořadí: polyfosforečnany > $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ > $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ > Na_3PO_4 > $\text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7$ > $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ > Na_2HPO_4 > NaH_2PO_4 . S tímto souhlasí i studie Molins (1991)[46], která zjistila, že difosforečnany mají vyšší schopnost výměny iontů než monofosforečnany, ale na druhé straně, nižší než polyfosforečnany, tudíž difosforečnany snižují roztékavost. [7, 15, 20, 46]

Je dobře známo, že hodnota pH ovlivňuje viskoelastické vlastnosti tavených sýrů. Z našich výsledků vyplývá, že pH vzorků klesá s rostoucím množstvím polyfosforečnanu. S daným tvrzením souhlasí i studie Weiserová (2011), Sádliková (2010) a Nagyová (2012), které tvrdí, že použití polyfosforečnanu vede k nízkému pH. [6, 7, 44]

Naopak pH vzorků se zvyšovalo s rostoucím množstvím monofosforečnanu i difosforečnanu. S tím souhlasí práce Awad et al. (2000), Lu et al. (2008), Fukui et al. (1972) a Sádliková et al. (2010) [6, 20, 35, 44], která tvrdí, že pH tavených sýrů se zvyšuje vzestupem monofosforečnanů nebo difosforečnanů.

Z našich výsledků bylo zjištěno, že pH je nejvyšší při zastoupení 80 % monofosforečnanu a 20 % difosforečnanu a pro jiný poměr D : P velmi mírně klesá.

Z naší práce vyplývá, že se snižujícím pH se roztékavost snižovala. S tím souhlasí studie Stampanoni & Noble (1991) a Nagyová (2012), která tvrdí, že s rostoucí délkou řetězce fosforečnanů se snižovalo pH, tudíž docházelo k nižší roztékavosti.[7, 35]

Z diplomové práce vyplývá, že při zvýšení celkového množství tavicích solí z 2,0 % na 2,5 %, dochází k poklesu roztékavosti, zatímco při dalším zvýšení z 2,5 % na 3 % se roztékavost naopak zvýšila. Ze studií Buňka et al. (2012, 2009), El - Bakry (2010) a Weiserová (2011) vyplývá, že vzorky s vyšším obsahem tavicích solí vykazují nižší roztékavost, ale naše výsledky ukazují, že při dalším zvýšení množství soli se roztékavost zvyšuje, což je v rozporu s danými studiemi. [9, 15, 42, 44]

11 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo sledovat vliv pH na roztékavost tavených sýrů, při použití různých poměrů monofosforečnanu sodného, difosforečnanu sodného a polyfosforečnanu sodného jako složek ternární směsi tavicích solí. Závěry, které vyplývají z diplomové práce lze shrnout do následujících bodů:

- přidavek samotného monofosforečnanu sodného vede k velmi vysokému pH taveného sýra;
- nejmenší roztékavost je prokázána u polyfosforečnanu, kdy 10% zastoupení soli polyfosforečnanu sníží roztékavost;
- roztékavost poklesne i s 10% zastoupením soli difosforečnanu;
- roztékavost tavených sýrů se snižuje s přidavkem jednotlivých fosforečnanů v následujícím pořadí: monofosforečnany, difosforečnany, polyfosforečnany;
- zvýšením celkového množství tavicích solí z 2,0 % na 2,5 %, dochází k poklesu roztékavosti;
- zvýšením celkového množství tavicích solí z 2,5 % na 3,0 %, dochází ke zvýšení roztékavosti;
- pH je nejvyšší při zastoupení 80 % monofosforečnanu a 20 % difosforečnanu, pro jiný poměr D : P velmi mírně klesá;
- vysoká roztékavost není způsobena vysokým pH, ale specifickým poměrem solí;
- se snižujícím pH docházelo ke snižování roztékavosti a naopak;
- vzorky u kterých bylo upraveno pH vykazovaly stejné trendy jako vzorky bez úpravy hodnoty pH;

Na závěr lze říci, že roztékavost více závisí na skladbě tavicích solí, než úpravě pH vzorků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GALIOVÁ L., *Vliv různého složení binárních směsí fosforečnanových tavicích solí na texturní vlastnosti tavených sýrů*. Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [2] LEE S. K. a SKELTE G. A. The effect of the pH at cooking on the properties of processed cheese spreads containing whey proteins. *Food Chemistry* [online]. 2009, vol. 115, issue 4, s. 1373-1380 [cit. 2014-01-25]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.01.057.
- [3] FOX P. F., MCSWEENEY P. L. H. Chemistry and biochemistry of cheese and fermented milks. *Springer-Verlag*, 1998, 379 – 436 s. ISBN 0412-72000-0.
- [4] LAZÁRKOVÁ Z., *Faktory ovlivňující jakost sterilovaných tavených sýrů*. 2009. Dizertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [5] ANONYM. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. v platném znění, kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. *Sbírka zákonů České republiky*.
- [6] SÁDLÍKOVÁ I., BUŇKA F., BUDÍNSKÝ P., VOLDÁNOVÁ B., PAVLÍNEK V. a HOZA I. The effect of selected phosphate emulsifying salts on viscoelastic properties of processed cheese, *LWT – Food Science and Technology*, 2010, 43, 1220 – 1225. ISSN 0023-6438.
- [7] NAGYOVÁ G., BUŇKA F., KUCHAR D., GRŮBER T., Vliv délky fosforečnanového řetězce na texturní vlastnosti tavených sýrů. *Mlékařské listy*, 2012, 133, IV-VI.
- [8] BUŇKA F., KŘÍŽ O., VELIČKOVÁ A., BUŇKOVÁ L. a KRÁČMAR, S. Effect of acid hydrolysis time on amino acid determination in casein and processed cheeses with different fat content. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2009, vol. 22, issue 3, s. 224-232 [cit. 2014-01-28]. DOI: 10.1016/j.jfca.2008.10.023.
- [9] BUŇKA F., BUŇKOVÁ L., KRÁČMAR S. *Základní principy výroby tavených sýrů*, Folia MZLU, Brno, II, 2009. ISBN 978-80-7375-336-8.
- [10] KAPOOR R., METZGER L. E., BISWAS A. C. a MUTHUKUMMARAPPAN K. Effect of Natural Cheese Characteristics on process Cheese Properties, *Journal of Dairy Science*, 2007, 90, 1625–1634. ISSN 0022-0302.
- [11] BUŇKA F., KOPÁČEK J., Mýty o tavených sýrech a jak proti nim argumentovat. *Potravinářská revue*, 2012, 1, 28-32.

- [12] OLEJNÍKOVÁ P. *Měření roztékavosti u tavených sýrů*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [13] BUŇKOVÁ L., BUŇKA F., DOLEŽÁLKOVÁ I., Mikrobiologie tavených sýrů. *Mlékařské listy*, 2010, 120, 32-37. ISSN 1212-950X.
- [14] BUŇKA F., PAVLÍNEK V., HRABĚ J., ROP O. a KREJČÍ J., Effect of 1-Monoglycerides on Viscoelastic Properties of Processed Cheese. *International Journal of Food Properties* [online]. 2007, vol. 10, issue 4, s. 819 - 828 [cit. 2014-02-02]. DOI:10.1080/10942910601113756.
- [15] BUŇKA F., BUŇKOVÁ L., Faktory ovlivňující konzistenci tavených sýrů. *Potravinářská revue*, 2012, 6, 29–31.
- [16] MACKŮ I., BUŇKA F., VOLDÁNOVÁ B. a PAVLÍNEK V. Effect of addition of selected solid cosolutes on viscoelastic properties of model processed cheese containing pectin. *Food Hydrocolloids* [online]. 2009, vol. 23, issue 8, s. 2078-2084 [cit. 2014-02-05]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.03.020.
- [17] LAZÁRKOVÁ Z., BUŇKA F., VALÁŠEK P., KRÁČMAR S. a HRABĚ J. Application of Different Sterilising Modes and the Effects on Processed Cheese Quality. *Journal of Food Science* [online]. 2010, vol. 28, issue 3, 168-176 [cit. 2014-02-10].
- [18] ČERNÍKOVÁ M., BUŇKA F., POSPIECH M., TREMLOVÁ B., HLADKÁ K. PAVLÍNEK V., BŘEZINA P. Replacement of Traditional Emulsifying Salts by Selected Hydrocolloids in Processed Cheese Production. *International Dairy Journal*. 2010, ISSN:0958-6946.
- [19] ANONYM. Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů (na obyvatele a rok) v ČR v letech 2004 – 2012. *Český statistický úřad České republiky* [online].[cit. 2014-02-12]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/21002D4619/\\$File/21391301.pdf](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/21002D4619/$File/21391301.pdf)
- [20] LU Y., SHIRASHOJI N., LUCEY, J. A. Effects of pH on the Textural Properties and Meltability of Pasteurized Process Cheese Made with Different Types of Emulsifying Salts. *Journal of Food Science* [online]. 2008, vol. 73, issue 8, 363-369 [cit. 2014-03-02]. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00914.x.
- [21] GUINEE T. P., CARIĆ M., KALÁB M., Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. Fox, P.H. (Ed.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*

- gy. Vol. 2, Major cheese Gross. 3rded. London: Elsevier, 2004, 349-394. ISBN 0-1226-3653-8.
- [22] FAGAN C. C., EVERARD C., O'DONNELL C. P., DOWNEY G., SHEEHAN E. M., DELAHUNTY C. M., O'CALLAGHAN D. J. a HOWARD V., Prediction of processed cheese instrumental texture and meltability by mid-infrared spectroscopy coupled with chemometric tools. *Journal of Food Engineering* [online]. 2007, vol. 80, issue 4, s. 1068-1077 [cit. 2014-03-05]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2006.04.068.
- [23] SANGHOON K., GUNASEKARAN S. Analysis of cheese melt profile using inverse-Hill function. *Journal of Food Engineering* [online]. 2008, vol. 87, issue 2, s. 266-273 [cit. 2014-03-05]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.12.002
- [24] HLADKÁ K., BUŇKA F., PACHLOVÁ V., VOJTÍŠKOVÁ P., KOSIBOVÁ N., KRÁČMAR S. Možnosti využití dikarboxylových kyselin jako náhrady tavicích solí při výrobě tavených sýrů. *Potravinářstvo*, 2009, 1, 13-15.
- [25] CHEVANAN N. a MUTHUKUMARAPPAN K. Effect of Calcium and Phosphorus, Residual Lactose, and Salt-to-Moisture Ratio on the Melting Characteristics and Hardness of Cheddar Cheese during Ripening. *Journal of Food Science* [online]. 2007, vol. 72, issue 4, 168-176 [cit. 2014-03-10]. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00330.x.
- [26] BUŇKA F., HRABĚ J., The effect of sterilisation on amino acid contents in processed cheese. *International Dairy Journal* [online]. 2004, vol. 14, issue 9, s. 829-831 [cit. 2014-03-10]. DOI: 10.1016/j.idairyj.2004.02.008.
- [27] LAZÁRKOVÁ Z., BUŇKA F., BUŇKOVÁ L., HOLÁŇ F., KRÁČMAR S. a HRABĚ J., The effect of different heat sterilization regimes on the quality of canned processed cheese. *Journal of Food Process Engineering* [online]. 2011, vol. 34, issue 6, s. 1860-1878 [cit. 2014-03-15]. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2009.00376.x.
- [28] TROJAN V. Želetavská sýrárna BEL Sýry Česko a.s., *Potravinářská revue*, 2012, 4, 42-44.
- [29] DIMITRELI G., Effect of temperature and chemical composition on processed cheese apparent viscosity. *Journal of Food Engineering* [online]. 2004, vol. 64, issue 2, s. 265-271 [cit. 2014-03-17]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2003.10.008.
- [30] ČERNÍKOVÁ M., BUŇKA F., PAVLÍNEK V., BŘEZINA P., HRABĚ J., a VALÁŠEK P. Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. *Food Hydrocol-*

- loids* [online]. 2008, vol. 22, issue 6, s. 1054-1061 [cit. 2014-03-18]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2007.05.020.
- [31] ALVES R. V., DENDER A. G. F., JAIME S. M. B., MORENO I. a PEREIRA B. C. Effect of light and packages on stability of spreadable processed cheese. *International Dairy Journal* [online]. 2007, vol. 17, issue 4, s. 365-373 [cit. 2014-03-18]. DOI: 10.1016/j.idairyj.2006.04.004.
- [32] WEISEROVÁ E. *Vliv složení binárních a ternárních směsí*. 2012. Dizertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [33] BUŇKA F., ŠTĚTINA J., HRABĚ J. The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese. *European Food Research and Technology* [online]. 2008, vol. 228, issue 2, s. 223-229 [cit. 2014-03-18]. DOI: 10.1007/s00217-008-0926-7.
- [34] LEE, S.K., KLOSTERMEYER, H. The effect of pH on the Rheological Properties of Reduced-fat Model Processed Cheese Spreads, *LWT-Food Sci. Technol.*, 2001, 34 (5), 288 – 292. ISSN 0023-6438.
- [35] AWAD R. A., ABDEL-HAMID L. B., EL-SHABRAWY S. A., SINGH. R. K., Texture and Microstructure of Block Type Processed Cheese with Formulated Emulsifying Salt Mixtures. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2002, vol. 35, issue 1, s. 54-61 [cit. 2014-03-18]. DOI: 10.1006/fstl.2001.0828.
- [36] DISSANAYAKE M., RAMCHANDRAN L., VASILJEVIC T. Influence of PH and Protein Concentration on Rheological Properties of Whey Protein Dispersions. *International Food Research Journal*. 2013, vol. 20, no. 52167. [cit. 2014-01-25].
- [37] ANONYM. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb. v platném znění, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. *Sbírka zákonů České republiky*.
- [38] ANONYM. ČSN 682000 (1983). Tavicí soli pro sýry. *Český normalizační institut*, Praha.
- [39] SAVELLO P. A., ERNSTROM C. A. Microstructure and Meltability of Model Process Cheese Made with Rennet and Acid Casein. *International Journal of Food Science* [online]. 1989, issue 72, s. 1-11 [cit. 2014-03-18].
- [40] BUŇKA F., DOUDOVÁ L., WEISEROVÁ E., KUCHARĚ D., MICHÁLEK J., SLAVÍKOVÁ Š., KRÁČMAR S. The effect of different ternary mixtures of sodium

- phosphates on hardness of processed cheese spreads. *International Journal of Food Science* [online]. 2012, vol. 47, issue 10, s. 2063-2071 [cit. 2014-03-18]. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2012.03070.x.
- [41] CUNHA C. R., VIOTTO W. H. Casein Peptization, Functional Properties, and Sensory Acceptance of Processed Cheese Spreads Made with Different Emulsifying Salts. *Journal of Food Science* [online]. 2010, vol. 75, issue 1 [cit. 2014-03-10]. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01444.x.
- [42] EL-BAKRY M., DUGGAN E., O'RIORDAN E. D., O'SULLIVAN M. Effects of emulsifying salts reduction on imitation cheese manufacture and functional properties. *Journal of Food Engineering* [online]. 2010, vol. 100, issue 4 [cit. 2014-03-18]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.05.007.
- [43] HLADKÁ K., RANDULOVÁ Z., TREMLOVÁ B., MANČÍK P., ČERNÍKOVÁ M. A BUŇKA F., Pevnost tavených sýrů vyrobených bez tradičních tavicích solí. *Mlékařské listy*, 2011, 126, I-III.
- [44] WEISEROVÁ E., DOUDOVÁ L., GALIOVÁ L., ŽÁK L., MICHÁLEK J., JANIŠ R., BUŇKA F. The effect of combinations of sodium phosphates in binary mixtures on selected texture parameters of processed cheese spreads. *International Dairy Journal* [online]. 2011, vol. 21, issue 12, s. 979-986 [cit. 2014-03-18]. DOI: 10.1016/j.idairyj.2011.06.006.
- [45] HORÁKOVÁ K. *Texturní vlastnosti analogů tavených sýrů vyrobených s použitím tuků s různým zastoupením mastných kyselin*. 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- [46] MOLINS R. A. *Phosphates in food*. CRC Press, Boca Raton, 1991.
- [47] MUTHUKUMARAPPAN K., WANG Y. C., GUNASEKARAN S. Modified Schreiber test for evaluation of Mozzarella cheese meltability. *Journal of Dairy Science*, 1999, 82, 1068–1071. ISSN 0022-0302.
- [48] ALTAN A., TURHAN M., GUNASEKARAN S. Short Communication: Comparison of Covered and Uncovered Schreiber Test for Cheese Meltability Evaluation. *Journal of Dairy Science*. 2005, vol. 88, no. 3 s. 857-861. ISSN:0022-0302.
- [49] KUO M. I., WANG I. Y., GUNASEKARAN S., OLSON N. F., Effect of Heat Treatments on the Meltability of Cheeses, *International Dairy Journal* [online]. 2001, vol. 84, s. 1937-1943 [cit. 2014-03-18].

- [50] MADADLOU A., MOUSAVI A. M., KHOSROWSHAHI A., EMAM-DJOME Z. ZARGARAN M. Effect of cream homogenization on textural characteristics of low-fat Iranian White cheese. *International Dairy Journal* [online]. 2007, vol. 17, issue 5, s. 547-554 [cit. 2014-03-20]. DOI: 10.1016/j.idairyj.2006.07.006.
- [51] CAIS-SOKOLIŇSKA D., PIKUL J. Cheese Meltability as Assessed by the Tube Test and Schreiber Test Depending on Fat Contents and Storage Time, Based on Curd-Ripened Fried Cheese. *International Dairy Journal* [online]. 2009, vol. 27, issue 5, s. 301-308 [cit. 2014-03-18].
- [52] SUTHEERAWATTANANONDA M., BASTIAN E. Monitoring Process Cheese Meltability Using Dynamic Stress Rheometry. *Journal of Texture Studies*. 1998, vol. 29, no. 2 s. 169-183. ISSN:0022-4901.
- [53] WANG H. H., SUN D. W. Correlation Between Cheese Meltability Determined with a Computer Vision Method and with Arnott and Schreiber Tests. *Journal of Food Science*. 2002, vol. 67, no. 2 s. 745-749. ISSN:0022-1147.
- [54] REID D. S., YAN H. Rheological, Melting and Microstructural Properties of Cheddar and Mozzarella Cheeses Affected by Different Freezing Methods. *Journal of Food Quality*. 2004, vol. 27, no. 6 s. 436-458. ISSN:0146-9428.
- [55] KOCA N. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal* [online]. 2004, vol. 14, issue 4, s. 365-373 [cit. 2014-03-10]. DOI: 10.1016/j.idairyj.2003.08.006.
- [56] VAN HEKKEN D. L., TUNICK M. H., EMALIN E., HOLSINGER V. H. Rheology and melt characterization of low-fat and full fat Mozzarella cheese made from microfluidized milk. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2007, vol. 40, issue 1 [cit. 2014-04-01]. DOI: 10.1016/j.lwt.2005.08.005.
- [57] JOSHI N. S., MUTHUKUMARAPPAN K., DAVE R. I. Effect of Calcium on Microstructure and Meltability of Part Skim Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science*. 2004, vol. 87, no. 7 s. 1975-1985. ISSN:0022-0302.
- [58] NEUBAUER J., SEDLAČÍK M., KŘÍŽ O. *Základy statistiky: aplikace v technických a ekonomických oborech*. 1. vyd. Praha: Grada, 236 s. ISBN 978-80-247-4273-1.
- [59] MELOUN M., MILITKÝ J. *Statistická analýza experimentálních dat*. Vyd. 2. uprav. rozš. Praha: ACADEMIA, 2004. ISBN 80-200-1254-0

- [60] TAMIME, A. Processed cheese and analogues. *Society of Dairy Technology series*. 2012, vol. 65, no. 3, 350 s., ISBN 14-051-8642-9.

12 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DSP	Monofosforečnan sodný
TSPP	Difosforečnan sodný
TSC	Citran sodný
POLY	Polyfosforečnan sodný
SHMP	Hexametafosforečnan sodný
PSTP	Trifosforečnan sodný
D	Monofosforečnan sodný
P	Difosforečnan sodný
H	Polyfosforečnan sodný

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: <i>Iontová výměna vápenatých iontů za sodné v přítomnosti tavicích solí.....</i>	20
Obr. 2: <i>Tavení sýrů pomocí Schreiber testu při působení různých zkušebních teplot.....</i>	26
Obr. 3: <i>Schéma rozložení objektů na snímku.....</i>	31
Obr. 4: <i>Barva odpovídající RGB souřadnicím 255, 220, 120.</i>	34
Obr. 5: <i>Typický snímek – 2%_I_DPH_0_80_20_p.....</i>	35
Obr. 6: <i>Zpracování snímku s parametry vzdal=40, hlav=25, r=250, g=210, b=150.....</i>	36
Obr. 7: <i>Zpracování snímku s parametry vzdal=60, hlav=25, r=250, g=210, b=150.....</i>	37
Obr. 8: <i>Zpracování snímku s parametry vzdal=60, hlav=20, r=250, g=210, b=150.....</i>	38
Obr. 9: <i>Graf reprodukovatelnosti</i>	39
Obr. 10: <i>Fotografie dvou měření vzorku 2%_X_100_0_0 s největším rozdílem.....</i>	40
Obr. 11: <i>Fotografie dvou měření vzorku 2,5%_I_pH_100_0_0 s největším rozdílem</i>	40
Obr. 12: <i>Histogram četnosti roztékavosti</i>	41
Obr. 13: <i>Graf popisující vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkové koncentraci solí 3 % bez úpravy pH.....</i>	42
Obr. 14: <i>Graf popisující vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkovém množství soli 2,5 % bez úpravy pH.....</i>	43
Obr. 15: <i>Graf popisující vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkovém množství soli 2 % bez úpravy pH.....</i>	43
Obr. 16: <i>Graf popisující vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkovém množství soli 3 % s úpravou pH.</i>	45
Obr. 17: <i>Graf popisující vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkové koncentraci solí 2,5 % s úpravou pH.</i>	45
Obr. 18: <i>Graf popisující vliv složení tavicích solí na roztékavost při celkovém množství soli 2 % s úpravou pH.</i>	46
Obr. 19: <i>Vliv složení tavicích solí na pH sýra pro množství 3,0 % přidaných solí.</i>	47
Obr. 20: <i>Vliv složení tavicích solí na pH sýra pro množství 2,5 % přidaných solí.</i>	48
Obr. 21: <i>Vliv složení tavicích solí na pH sýra pro množství 2,0 % přidaných solí.</i>	48
Obr. 22: <i>Závislost roztékavosti na pH</i>	49
Obr. 23: <i>Graf popisující závislost pH na roztékavosti pro body s roztékavostí větší než 1,45.....</i>	50

Obr. 24: *Graf popisující závislost pH na roztékavosti, kdy byly vyřazeny vzorky s vysokou roztékavostí (nad 1,40)..... 51*

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: <i>Dělení tavených sýrů dle použitých surovin</i>	15
Tab. 2: <i>Fosforečnany používané při výrobě tavených sýrů</i>	21
Tab. 3: <i>Citranové tavicí soli používané při výrobě tavených sýrů</i>	23
Tab. 4: <i>Vliv množství tavicích solí na roztékavost</i>	46

SEZNAM PŘÍLOH

Po dohodnutí s vedoucím diplomové práce jsou výsledky experimentu přiloženy pouze k elektronické podobě.

soubor	pH upr.	konc soli	D	P	H	roztekavost1	roztekavost2	roztekavostprum
2p_i_0_100_0	0	2,0	0	100	0	1,828059	1,305994	1,5670265
2p_i_0_20_80	0	2,0	0	20	80	1,334382	1,043817	1,1890995
2p_i_0_30_70	0	2,0	0	30	70	1,855006	1,279094	1,56705
2p_i_0_40_60	0	2,0	0	40	60	1,076328	1,049061	1,0626945
2p_i_0_50_50	0	2,0	0	50	50	0,982389	1,289689	1,136039
2p_i_0_60_40	0	2,0	0	60	40	1,207247	1,371738	1,2894925
2p_i_0_70_30	0	2,0	0	70	30	1,726102	1,128991	1,4275465
2p_i_0_80_20	0	2,0	0	80	20	1,222933	1,466596	1,3447645
2p_i_0_90_10	0	2,0	0	90	10	1,669774	1,132455	1,4011145
2p_i_10_0_90	0	2,0	10	0	90	1,372132	1,109451	1,2407915
2p_i_10_10_80	0	2,0	10	10	80	1,598441	1,082891	1,340666
2p_i_10_20_70	0	2,0	10	20	70	1,302906	1,068996	1,185951
2p_i_10_30_60	0	2,0	10	30	60	1,128051	1,149814	1,1389325
2p_i_10_40_50	0	2,0	10	40	50	1,135608	1,19108	1,163344
2p_i_10_50_40	0	2,0	10	50	40	0,985832	0,995564	0,990698
2p_i_10_60_30	0	2,0	10	60	30	1,439633	1,421671	1,430652
2p_i_10_70_20	0	2,0	10	70	20	1,263081	1,234129	1,248605
2p_i_10_80_10	0	2,0	10	80	10	1,163716	1,054477	1,1090965
2p_i_10_90_0	0	2,0	10	90	0	1,295924	1,312553	1,3042385
2p_i_100_0_0	0	2,0	100	0	0	4,255472	3,83727	4,046371
2p_i_20_0_80	0	2,0	20	0	80	1,164314	1,149562	1,156938
2p_i_20_10_70	0	2,0	20	10	70	1,302243	1,266811	1,284527
2p_i_20_20_60	0	2,0	20	20	60	1,084324	0,95942	1,021872
2p_i_20_30_50	0	2,0	20	30	50	1,247078	1,47219	1,359634
2p_i_20_40_40	0	2,0	20	40	40	1,456606	1,478961	1,4677835
2p_i_20_50_30	0	2,0	20	50	30	1,177127	1,22533	1,2012285
2p_i_20_60_20	0	2,0	20	60	20	1,252882	1,132935	1,1929085
2p_i_20_70_10	0	2,0	20	70	10	0,939608	0,888407	0,9140075
2p_i_20_80_0	0	2,0	20	80	0	0,875666	0,926318	0,900992
2p_i_30_0_70	0	2,0	30	0	70	1,310249	1,188757	1,249503
2p_i_30_10_60	0	2,0	30	10	60	1,082734	1,246127	1,1644305
2p_i_30_20_50	0	2,0	30	20	50	1,278095	1,10999	1,1940425
2p_i_30_30_40	0	2,0	30	30	40	1,052323	0,998281	1,025302
2p_i_30_40_30	0	2,0	30	40	30	1,052645	1,116816	1,0847305
2p_i_30_50_20	0	2,0	30	50	20	1,282064	1,218265	1,2501645
2p_i_30_60_10	0	2,0	30	60	10	1,202657	1,202247	1,202452
2p_i_30_70_0	0	2,0	30	70	0	1,069977	1,065144	1,0675605
2p_i_40_0_60	0	2,0	40	0	60	1,255053	1,219351	1,237202
2p_i_40_10_50	0	2,0	40	10	50	1,083474	1,14817	1,115822
2p_i_40_20_40	0	2,0	40	20	40	1,286281	1,390888	1,3385845
2p_i_40_30_30	0	2,0	40	30	30	1,375436	1,364806	1,370121
2p_i_40_40_20	0	2,0	40	40	20	1,304634	1,278743	1,2916885
2p_i_40_50_10	0	2,0	40	50	10	1,143996	1,174509	1,1592525
2p_i_40_60_0	0	2,0	40	60	0	1,29937	1,23844	1,268905
2p_i_50_0_50	0	2,0	50	0	50	1,176567	0,983484	1,0800255
2p_i_50_10_40	0	2,0	50	10	40	0,977582	1,011777	0,9946795
2p_i_50_20_30	0	2,0	50	20	30	0,992345	1,007427	0,999886
2p_i_50_30_20	0	2,0	50	30	20	1,101922	1,262843	1,1823825
2p_i_50_40_10	0	2,0	50	40	10	1,418025	0,991602	1,2048135
2p_i_50_50_0	0	2,0	50	50	0	1,023692	1,030113	1,0269025
2p_i_60_0_40	0	2,0	60	0	40	1,148956	1,193556	1,171256
2p_i_60_10_30	0	2,0	60	10	30	1,072268	1,030908	1,051588
2p_i_60_20_20	0	2,0	60	20	20	1,014587	1,010866	1,0127265
2p_i_60_30_10	0	2,0	60	30	10	1,118806	1,109502	1,114154
2p_i_60_40_0	0	2,0	60	40	0	1,127876	1,011379	1,0696275

2p_i_70_0_30	0	2,0	70	0	30	1,094902	1,100343	1,0976225
2p_i_70_10_20	0	2,0	70	10	20	1,013188	1,007565	1,0103765
2p_i_70_30_0	0	2,0	70	30	0	1,144981	1,105437	1,125209
2p_i_80_10_10	0	2,0	80	10	10	1,194582	1,058782	1,126682
2p_i_80_20_0	0	2,0	80	20	0	1,088786	0,997163	1,0429745
2p_i_90_0_10	0	2,0	90	0	10	1,630559	1,511323	1,570941
2p_i_90_10_0	0	2,0	90	10	0	1,79736	1,534198	1,665779
2p_i_ph_0_0_100	1	2,0	0	0	100	1,066232	1,069379	1,0678055
2p_i_ph_0_10_90	1	2,0	0	10	90	1,003465	1,105469	1,054467
2p_i_ph_0_100_0	1	2,0	0	100	0	1,455238	1,583607	1,5194225
2p_i_ph_0_20_80	1	2,0	0	20	80	1,020408	0,993953	1,0071805
2p_i_ph_0_30_70	1	2,0	0	30	70	1,000947	1,086887	1,043917
2p_i_ph_0_40_60	1	2,0	0	40	60	0,982903	1,054076	1,0184895
2p_i_ph_0_50_50	1	2,0	0	50	50	1,06503	1,011858	1,038444
2p_i_ph_0_60_40	1	2,0	0	60	40	1,057224	1,061516	1,05937
2p_i_ph_0_70_30	1	2,0	0	70	30	1,024744	1,035654	1,030199
2p_i_ph_0_80_20	1	2,0	0	80	20	1,46061	1,474408	1,467509
2p_i_ph_0_90_10	1	2,0	0	90	10	1,722364	1,440928	1,581646
2p_i_ph_10_0_90	1	2,0	10	0	90	1,079716	1,120104	1,09991
2p_i_ph_10_10_80	1	2,0	10	10	80	1,101911	1,164646	1,1332785
2p_i_ph_10_20_70	1	2,0	10	20	70	1,190951	1,079365	1,135158
2p_i_ph_10_30_60	1	2,0	10	30	60	1,045062	1,110867	1,0779645
2p_i_ph_10_40_50	1	2,0	10	40	50	1,022603	1,055997	1,0393
2p_i_ph_10_50_40	1	2,0	10	50	40	1,22024	1,0625	1,14137
2p_i_ph_10_60_30	1	2,0	10	60	30	0,997329	1,125693	1,061511
2p_i_ph_10_70_20	1	2,0	10	70	20	1,260681	1,261089	1,260885
2p_i_ph_10_80_10	1	2,0	10	80	10	1,418295	1,58112	1,4997075
2p_i_ph_10_90_0	1	2,0	10	90	0	2,038201	1,705272	1,8717365
2p_i_ph_100_0_0	1	2,0	100	0	0	3,833781	3,033404	3,4335925
2p_i_ph_20_0_80	1	2,0	20	0	80	1,028041	1,043498	1,0357695
2p_i_ph_20_10_70	1	2,0	20	10	70	1,156075	1,083479	1,119777
2p_i_ph_20_20_60	1	2,0	20	20	60	1,019018	1,032361	1,0256895
2p_i_ph_20_30_50	1	2,0	20	30	50	1,073766	0,935208	1,004487
2p_i_ph_20_40_40	1	2,0	20	40	40	1,211314	1,138736	1,175025
2p_i_ph_20_50_30	1	2,0	20	50	30	0,993283	1,001863	0,997573
2p_i_ph_20_60_20	1	2,0	20	60	20	1,141414	1,000794	1,071104
2p_i_ph_20_70_10	1	2,0	20	70	10	1,180079	1,399747	1,289913
2p_i_ph_20_80_0	1	2,0	20	80	0	1,497364	1,684618	1,590991
2p_i_ph_30_0_70	1	2,0	30	0	70	1,010514	1,035458	1,022986
2p_i_ph_30_10_60	1	2,0	30	10	60	1,066873	1,008163	1,037518
2p_i_ph_30_20_50	1	2,0	30	20	50	1,031291	0,944102	0,9876965
2p_i_ph_30_30_40	1	2,0	30	30	40	0,959459	1,026584	0,9930215
2p_i_ph_30_40_30	1	2,0	30	40	30	1,059961	1,272606	1,1662835
2p_i_ph_30_50_20	1	2,0	30	50	20	1,364134	1,021675	1,1929045
2p_i_ph_30_60_10	1	2,0	30	60	10	1,144838	1,041264	1,093051
2p_i_ph_30_70_0	1	2,0	30	70	0	1,463433	1,014965	1,239199
2p_i_ph_40_0_60	1	2,0	40	0	60	1,078315	1,090584	1,0844495
2p_i_ph_40_10_50	1	2,0	40	10	50	1,0728	1,012872	1,042836
2p_i_ph_40_20_40	1	2,0	40	20	40	0,990845	1,07076	1,0308025
2p_i_ph_40_30_30	1	2,0	40	30	30	1,309361	1,286285	1,297823
2p_i_ph_40_40_20	1	2,0	40	40	20	1,056143	0,992652	1,0243975
2p_i_ph_40_50_10	1	2,0	40	50	10	1,033459	1,096819	1,065139
2p_i_ph_40_60_0	1	2,0	40	60	0	1,13866	1,222722	1,180691
2p_i_ph_50_0_50	1	2,0	50	0	50	0,990717	0,991105	0,990911
2p_i_ph_50_10_40	1	2,0	50	10	40	1,016393	1,148183	1,082288
2p_i_ph_50_20_30	1	2,0	50	20	30	1,217628	1,198568	1,208098

2p_i_ph_50_30_20	1	2,0	50	30	20	1,379002	1,033347	1,2061745
2p_i_ph_50_40_10	1	2,0	50	40	10	1,191732	1,088739	1,1402355
2p_i_ph_50_50_0	1	2,0	50	50	0	1,181727	1,122283	1,152005
2p_i_ph_60_0_40	1	2,0	60	0	40	0,99186	0,95807	0,974965
2p_i_ph_60_10_30	1	2,0	60	10	30	0,978467	1,076123	1,027295
2p_i_ph_60_20_20	1	2,0	60	20	20	1,29331	0,974326	1,133818
2p_i_ph_60_30_10	1	2,0	60	30	10	1,012668	1,111482	1,062075
2p_i_ph_60_40_0	1	2,0	60	40	0	0,990799	0,971394	0,9810965
2p_i_ph_70_0_30	1	2,0	70	0	30	1,168145	1,257346	1,2127455
2p_i_ph_70_10_20	1	2,0	70	10	20	1,17012	1,088889	1,1295045
2p_i_ph_70_20_10	1	2,0	70	20	10	1,117647	1,226667	1,172157
2p_i_ph_70_30_0	1	2,0	70	30	0	1,01662	1,087979	1,0522995
2p_i_ph_80_0_20	1	2,0	80	0	20	1,250939	0,986268	1,1186035
2p_i_ph_80_10_10	1	2,0	80	10	10	1,572613	1,409359	1,490986
2p_i_ph_80_20_0	1	2,0	80	20	0	1,394793	1,382595	1,388694
2p_i_ph_90_0_10	1	2,0	90	0	10	2,152052	1,824803	1,9884275
2p_i_ph_90_10_0	1	2,0	90	10	0	1,760054	1,339181	1,5496175
2p_ii_0_0_100	0	2,0	0	0	100	1,329213	1,101224	1,2152185
2p_ii_0_10_90	0	2,0	0	10	90	0,999005	1,294695	1,14685
2p_ii_0_100_0	0	2,0	0	100	0	1,149768	1,287431	1,2185995
2p_ii_0_20_80	0	2,0	0	20	80	1,120056	1,046367	1,0832115
2p_ii_0_30_70	0	2,0	0	30	70	1,063513	1,19181	1,1276615
2p_ii_0_40_60	0	2,0	0	40	60	0,982935	0,953546	0,9682405
2p_ii_0_50_50	0	2,0	0	50	50	0,964055	0,85674	0,9103975
2p_ii_0_60_40	0	2,0	0	60	40	0,96661	0,982985	0,9747975
2p_ii_0_70_30	0	2,0	0	70	30	1,032925	1,00626	1,0195925
2p_ii_0_80_20	0	2,0	0	80	20	0,959589	0,955848	0,9577185
2p_ii_0_90_10	0	2,0	0	90	10	1,010029	1,041867	1,025948
2p_ii_10_0_90	0	2,0	10	0	90	1,018519	1,032649	1,025584
2p_ii_10_10_80	0	2,0	10	10	80	1,036248	1,10008	1,068164
2p_ii_10_20_70	0	2,0	10	20	70	0,965205	1,001089	0,983147
2p_ii_10_30_60	0	2,0	10	30	60	1,016438	1,018278	1,017358
2p_ii_10_40_50	0	2,0	10	40	50	1,078532	1,095347	1,0869395
2p_ii_10_50_40	0	2,0	10	50	40	1,065302	1,030475	1,0478885
2p_ii_10_60_30	0	2,0	10	60	30	1,077522	1,22758	1,152551
2p_ii_10_70_20	0	2,0	10	70	20	1,317047	1,179859	1,248453
2p_ii_10_80_10	0	2,0	10	80	10	1,047093	1,050719	1,048906
2p_ii_10_90_0	0	2,0	10	90	0	1,095202	1,058591	1,0768965
2p_ii_100_0_0	0	2,0	100	0	0	2,34869	2,569129	2,4589095
2p_ii_20_0_80	0	2,0	20	0	80	1,012968	1,0625	1,037734
2p_ii_20_10_70	0	2,0	20	10	70	0,974183	0,995112	0,9846475
2p_ii_20_20_60	0	2,0	20	20	60	1,051977	1,102564	1,0772705
2p_ii_20_30_50	0	2,0	20	30	50	1,053655	1,000399	1,027027
2p_ii_20_40_40	0	2,0	20	40	40	1,024708	0,977077	1,0008925
2p_ii_20_50_30	0	2,0	20	50	30	1,134062	1,189081	1,1615715
2p_ii_20_60_20	0	2,0	20	60	20	1,077575	0,987728	1,0326515
2p_ii_20_80_0	0	2,0	20	80	0	0,983293	1	0,9916465
2p_ii_30_0_70	0	2,0	30	0	70	0,966539	1,064228	1,0153835
2p_ii_30_10_60	0	2,0	30	10	60	1,259411	0,997908	1,1286595
2p_ii_30_20_50	0	2,0	30	20	50	1,050847	1,012691	1,031769
2p_ii_30_30_40	0	2,0	30	30	40	1,134615	1,083065	1,10884
2p_ii_30_40_30	0	2,0	30	40	30	1,102701	1,097452	1,1000765
2p_ii_30_50_20	0	2,0	30	50	20	1,166933	0,968201	1,067567
2p_ii_30_60_10	0	2,0	30	60	10	1,068295	1,109216	1,0887555
2p_ii_30_70_0	0	2,0	30	70	0	0,985666	0,97178	0,978723
2p_ii_40_0_60	0	2,0	40	0	60	1,223627	1,27365	1,2486385

2p_ii_40_10_50	0	2,0	40	10	50	0,938115	0,92434	0,9312275
2p_ii_40_20_40	0	2,0	40	20	40	1,102196	1,015976	1,059086
2p_ii_40_30_30	0	2,0	40	30	30	1,118093	1,041313	1,079703
2p_ii_40_40_20	0	2,0	40	40	20	1,006001	1,014264	1,0101325
2p_ii_40_50_10	0	2,0	40	50	10	1,000695	0,988892	0,9947935
2p_ii_40_60_0	0	2,0	40	60	0	1,029777	1,03196	1,0308685
2p_ii_50_0_50	0	2,0	50	0	50	0,926647	0,958542	0,9425945
2p_ii_50_10_40	0	2,0	50	10	40	0,912407	1,078113	0,99526
2p_ii_50_20_30	0	2,0	50	20	30	1,030295	1,03637	1,0333325
2p_ii_50_30_20	0	2,0	50	30	20	1,138089	1,1167	1,1273945
2p_ii_50_40_10	0	2,0	50	40	10	0,982881	1,040188	1,0115345
2p_ii_50_50_0	0	2,0	50	50	0	1,038016	1,141264	1,08964
2p_ii_60_0_40	0	2,0	60	0	40	0,922586	0,902782	0,912684
2p_ii_60_10_30	0	2,0	60	10	30	0,993165	1,021227	1,007196
2p_ii_60_20_20	0	2,0	60	20	20	1,195514	1,215551	1,2055325
2p_ii_60_30_10	0	2,0	60	30	10	0,985543	0,992072	0,9888075
2p_ii_60_40_0	0	2,0	60	40	0	1,099973	1,111111	1,105542
2p_ii_70_0_30	0	2,0	70	0	30	0,995402	0,986124	0,990763
2p_ii_70_10_20	0	2,0	70	10	20	1,016458	1,029235	1,0228465
2p_ii_70_20_10	0	2,0	70	20	10	1,086496	1,062787	1,0746415
2p_ii_70_30_0	0	2,0	70	30	0	0,998466	1,000979	0,9997225
2p_ii_80_0_20	0	2,0	80	0	20	1,827301	1,86147	1,8443855
2p_ii_80_10_10	0	2,0	80	10	10	1,115888	0,975686	1,045787
2p_ii_80_20_0	0	2,0	80	20	0	1,194397	1,173144	1,1837705
2p_ii_90_0_10	0	2,0	90	0	10	1,528076	1,713383	1,6207295
2p_ii_90_10_0	0	2,0	90	10	0	1,804249	1,74934	1,7767945
2p_ii_ph_0_0_100	1	2,0	0	0	100	1,062546	1,149755	1,1061505
2p_ii_ph_0_10_90	1	2,0	0	10	90	0,963013	1,000837	0,981925
2p_ii_ph_0_100_0	1	2,0	0	100	0	1,745098	1,753927	1,7495125
2p_ii_ph_0_20_80	1	2,0	0	20	80	1,061281	1,075758	1,0685195
2p_ii_ph_0_30_70	1	2,0	0	30	70	1,111537	1,080211	1,095874
2p_ii_ph_0_40_60	1	2,0	0	40	60	1,213437	1,160035	1,186736
2p_ii_ph_0_50_50	1	2,0	0	50	50	0,917712	0,914342	0,916027
2p_ii_ph_0_60_40	1	2,0	0	60	40	1,082774	1,076951	1,0798625
2p_ii_ph_0_70_30	1	2,0	0	70	30	1,141561	1,172623	1,157092
2p_ii_ph_0_80_20	1	2,0	0	80	20	1,878589	1,518166	1,6983775
2p_ii_ph_0_90_10	1	2,0	0	90	10	1,514131	1,46208	1,4881055
2p_ii_ph_10_0_90	1	2,0	10	0	90	1,071583	1,140036	1,1058095
2p_ii_ph_10_10_80	1	2,0	10	10	80	1,049371	0,978774	1,0140725
2p_ii_ph_10_20_70	1	2,0	10	20	70	1,035538	1,018293	1,0269155
2p_ii_ph_10_30_60	1	2,0	10	30	60	0,997947	1,023771	1,010859
2p_ii_ph_10_40_50	1	2,0	10	40	50	1,136265	1,023703	1,079984
2p_ii_ph_10_50_40	1	2,0	10	50	40	1,189346	1,456318	1,322832
2p_ii_ph_10_60_30	1	2,0	10	60	30	1,029568	1,015554	1,022561
2p_ii_ph_10_70_20	1	2,0	10	70	20	1,043746	1,153456	1,098601
2p_ii_ph_10_80_10	1	2,0	10	80	10	1,420015	1,318706	1,3693605
2p_ii_ph_10_90_0	1	2,0	10	90	0	2,03575	1,868142	1,951946
2p_ii_ph_100_0_0	1	2,0	100	0	0	2,130911	2,00676	2,0688355
2p_ii_ph_20_0_80	1	2,0	20	0	80	0,990358	0,968571	0,9794645
2p_ii_ph_20_10_70	1	2,0	20	10	70	1,021228	1,090219	1,0557235
2p_ii_ph_20_20_60	1	2,0	20	20	60	0,993798	1,189163	1,0914805
2p_ii_ph_20_30_50	1	2,0	20	30	50	1,007067	1,06856	1,0378135
2p_ii_ph_20_40_40	1	2,0	20	40	40	1,078266	1,079697	1,0789815
2p_ii_ph_20_50_30	1	2,0	20	50	30	1,138575	1,048359	1,093467
2p_ii_ph_20_60_20	1	2,0	20	60	20	1,444404	1,371298	1,407851
2p_ii_ph_20_70_10	1	2,0	20	70	10	1,15	1,264872	1,207436

2p_ii_ph_20_80_0	1	2,0	20	80	0	1,438327	1,609051	1,523689
2p_ii_ph_30_0_70	1	2,0	30	0	70	1,00046	1,014486	1,007473
2p_ii_ph_30_10_60	1	2,0	30	10	60	1,062822	1,109227	1,0860245
2p_ii_ph_30_20_50	1	2,0	30	20	50	1,0736	1,157754	1,115677
2p_ii_ph_30_30_40	1	2,0	30	30	40	1,119266	1,122937	1,1211015
2p_ii_ph_30_40_30	1	2,0	30	40	30	1,32614	1,213007	1,2695735
2p_ii_ph_30_50_20	1	2,0	30	50	20	1,296882	1,135526	1,216204
2p_ii_ph_30_60_10	1	2,0	30	60	10	1,002047	1,018878	1,0104625
2p_ii_ph_30_70_0	1	2,0	30	70	0	1,087388	1,09	1,088694
2p_ii_ph_40_0_60	1	2,0	40	0	60	1,347384	1,127041	1,2372125
2p_ii_ph_40_10_50	1	2,0	40	10	50	1,07973	1,098778	1,089254
2p_ii_ph_40_20_40	1	2,0	40	20	40	1,153513	1,206464	1,1799885
2p_ii_ph_40_30_30	1	2,0	40	30	30	1,017309	1,056066	1,0366875
2p_ii_ph_40_40_20	1	2,0	40	40	20	1,179318	1,03288	1,106099
2p_ii_ph_40_50_10	1	2,0	40	50	10	0,980843	1,058947	1,019895
2p_ii_ph_40_60_0	1	2,0	40	60	0	1,387495	1,383314	1,3854045
2p_ii_ph_50_0_50	1	2,0	50	0	50	0,99037	1,06726	1,028815
2p_ii_ph_50_10_40	1	2,0	50	10	40	0,99932	1,004463	1,0018915
2p_ii_ph_50_20_30	1	2,0	50	20	30	1,158695	1,090076	1,1243855
2p_ii_ph_50_30_20	1	2,0	50	30	20	1,168861	1,084679	1,12677
2p_ii_ph_50_40_10	1	2,0	50	40	10	1,018295	1,083087	1,050691
2p_ii_ph_50_50_0	1	2,0	50	50	0	1,282599	1,125171	1,203885
2p_ii_ph_60_0_40	1	2,0	60	0	40	0,960173	0,990369	0,975271
2p_ii_ph_60_10_30	1	2,0	60	10	30	0,983083	1,028008	1,0055455
2p_ii_ph_60_20_20	1	2,0	60	20	20	1,206823	0,990942	1,0988825
2p_ii_ph_60_30_10	1	2,0	60	30	10	1,05781	0,931298	0,994554
2p_ii_ph_60_40_0	1	2,0	60	40	0	1,089025	1,366867	1,227946
2p_ii_ph_70_0_30	1	2,0	70	0	30	1,000716	1,005843	1,0032795
2p_ii_ph_70_10_20	1	2,0	70	10	20	1,129151	1,065176	1,0971635
2p_ii_ph_70_20_10	1	2,0	70	20	10	0,995624	1,014983	1,0053035
2p_ii_ph_70_30_0	1	2,0	70	30	0	1,366906	1,371931	1,3694185
2p_ii_ph_80_0_20	1	2,0	80	0	20	1,557333	1,78595	1,6716415
2p_ii_ph_80_10_10	1	2,0	80	10	10	1,407908	1,720767	1,5643375
2p_ii_ph_80_20_0	1	2,0	80	20	0	1,520855	1,570528	1,5456915
2p_ii_ph_90_0_10	1	2,0	90	0	10	1,500799	1,381341	1,44107
2p_ii_ph_90_10_0	1	2,0	90	10	0	1,995314	2,095295	2,0453045
2,5p_i_0_0_100	0	2,5	0	0	100	1,101637	1,192463	1,14705
2,5p_i_0_10_90	0	2,5	0	10	90	1,447563	1,056347	1,251955
2,5p_i_0_100_0	0	2,5	0	100	0	1,375542	1,541383	1,4584625
2,5p_i_0_20_80	0	2,5	0	20	80	1,094079	1,084334	1,0892065
2,5p_i_0_40_60	0	2,5	0	40	60	1,395406	1,092129	1,2437675
2,5p_i_0_50_50	0	2,5	0	50	50	1,066011	1,025666	1,0458385
2,5p_i_0_60_40	0	2,5	0	60	40	1,127268	1,317765	1,2225165
2,5p_i_0_70_30	0	2,5	0	70	30	1,170385	1,076786	1,1235855
2,5p_i_0_80_20	0	2,5	0	80	20	1,228261	1,087441	1,157851
2,5p_i_0_90_10	0	2,5	0	90	10	1,571187	1,066946	1,3190665
2,5p_i_10_0_90	0	2,5	10	0	90	1,500498	1,222707	1,3616025
2,5p_i_10_10_80	0	2,5	10	10	80	1,103372	0,994741	1,0490565
2,5p_i_10_20_70	0	2,5	10	20	70	1,049274	1,044607	1,0469405
2,5p_i_10_30_60	0	2,5	10	30	60	1,09273	1,139107	1,1159185
2,5p_i_10_40_50	0	2,5	10	40	50	1,069818	1,263097	1,1664575
2,5p_i_10_50_40	0	2,5	10	50	40	1,064626	1,072894	1,06876
2,5p_i_10_60_30	0	2,5	10	60	30	0,99441	1,01692	1,005665
2,5p_i_10_70_20	0	2,5	10	70	20	0,968796	1,13303	1,050913
2,5p_i_10_80_10	0	2,5	10	80	10	1,166449	1,04083	1,1036395
2,5p_i_10_90_0	0	2,5	10	90	0	1,081017	1,067239	1,074128

2,5p_i_100_0_0	0	2,5	100	0	0	2,285923	1,947368	2,1166455
2,5p_i_20_0_80	0	2,5	20	0	80	1,074536	1,084733	1,0796345
2,5p_i_20_10_70	0	2,5	20	10	70	1,100078	1,115323	1,1077005
2,5p_i_20_20_60	0	2,5	20	20	60	1,227729	0,989239	1,108484
2,5p_i_20_30_50	0	2,5	20	30	50	1,023386	1,039777	1,0315815
2,5p_i_20_40_40	0	2,5	20	40	40	1,071475	0,976174	1,0238245
2,5p_i_20_50_30	0	2,5	20	50	30	1,256322	1,230152	1,243237
2,5p_i_20_60_20	0	2,5	20	60	20	0,913105	0,935959	0,924532
2,5p_i_20_70_10	0	2,5	20	70	10	0,994691	1,030783	1,012737
2,5p_i_20_80_0	0	2,5	20	80	0	0,988733	0,906542	0,9476375
2,5p_i_30_0_70	0	2,5	30	0	70	0,651474	0,693816	0,672645
2,5p_i_30_10_60	0	2,5	30	10	60	0,969381	0,949815	0,959598
2,5p_i_30_20_50	0	2,5	30	20	50	0,9856	0,982587	0,9840935
2,5p_i_30_30_40	0	2,5	30	30	40	1,120243	1,424598	1,2724205
2,5p_i_30_40_30	0	2,5	30	40	30	0,975715	1,045369	1,010542
2,5p_i_30_50_20	0	2,5	30	50	20	1,152772	1,133348	1,14306
2,5p_i_30_60_10	0	2,5	30	60	10	0,843327	0,864239	0,853783
2,5p_i_30_70_0	0	2,5	30	70	0	0,791645	0,823701	0,807673
2,5p_i_40_0_60	0	2,5	40	0	60	0,959842	0,97356	0,966701
2,5p_i_40_10_50	0	2,5	40	10	50	0,991368	0,957717	0,9745425
2,5p_i_40_20_40	0	2,5	40	20	40	0,955722	0,917287	0,9365045
2,5p_i_40_30_30	0	2,5	40	30	30	1,063696	0,999313	1,0315045
2,5p_i_40_40_20	0	2,5	40	40	20	0,97929	0,987508	0,983399
2,5p_i_40_50_10	0	2,5	40	50	10	0,93977	0,913314	0,926542
2,5p_i_40_60_0	0	2,5	40	60	0	0,930478	0,858493	0,8944855
2,5p_i_50_0_50	0	2,5	50	0	50	1,09292	1,004972	1,048946
2,5p_i_50_10_40	0	2,5	50	10	40	1,070107	1,180667	1,125387
2,5p_i_50_20_30	0	2,5	50	20	30	1,140061	1,162963	1,151512
2,5p_i_50_30_20	0	2,5	50	30	20	0,953107	0,975521	0,964314
2,5p_i_50_40_10	0	2,5	50	40	10	0,885501	0,890659	0,88808
2,5p_i_50_50_0	0	2,5	50	50	0	0,966609	0,853681	0,910145
2,5p_i_60_0_40	0	2,5	60	0	40	1,121778	1,144776	1,133277
2,5p_i_60_10_30	0	2,5	60	10	30	1,37963	1,37931	1,37947
2,5p_i_60_20_20	0	2,5	60	20	20	1,010098	1,015413	1,0127555
2,5p_i_60_30_10	0	2,5	60	30	10	1,066565	0,989261	1,027913
2,5p_i_60_40_0	0	2,5	60	40	0	1,069413	1,102964	1,0861885
2,5p_i_70_0_30	0	2,5	70	0	30	1,34172	1,225765	1,2837425
2,5p_i_70_10_20	0	2,5	70	10	20	1,109453	1,196298	1,1528755
2,5p_i_70_20_10	0	2,5	70	20	10	1,109686	1,10362	1,106653
2,5p_i_70_30_0	0	2,5	70	30	0	1,012221	1,015733	1,013977
2,5p_i_80_0_20	0	2,5	80	0	20	1,277298	1,142207	1,2097525
2,5p_i_80_10_10	0	2,5	80	10	10	1,504171	1,384658	1,4444145
2,5p_i_80_20_0	0	2,5	80	20	0	1,377519	1,163678	1,2705985
2,5p_i_90_0_10	0	2,5	90	0	10	1,423476	1,168057	1,2957665
2,5p_i_90_10_0	0	2,5	90	10	0	1,761084	1,667056	1,71407
2,5p_i_ph_0_0_100	1	2,5	0	0	100	1,082535	1,09567	1,0891025
2,5p_i_ph_0_10_90	1	2,5	0	10	90	1,09939	1,044581	1,0719855
2,5p_i_ph_0_100_0	1	2,5	0	100	0	1,204082	1,286843	1,2454625
2,5p_i_ph_0_20_80	1	2,5	0	20	80	1,106806	1,045717	1,0762615
2,5p_i_ph_0_30_70	1	2,5	0	30	70	0,994593	1,019608	1,0071005
2,5p_i_ph_0_40_60	1	2,5	0	40	60	1,061919	1,025539	1,043729
2,5p_i_ph_0_50_50	1	2,5	0	50	50	1,118895	1,056726	1,0878105
2,5p_i_ph_0_60_40	1	2,5	0	60	40	1,037449	1,057153	1,047301
2,5p_i_ph_0_70_30	1	2,5	0	70	30	0,970066	0,962229	0,9661475
2,5p_i_ph_0_80_20	1	2,5	0	80	20	0,976149	0,950642	0,9633955
2,5p_i_ph_10_0_90	1	2,5	10	0	90	1,015963	1,050282	1,0331225

2,5p_i_ph_10_10_80	1	2,5	10	10	80	0,993127	1,006338	0,9997325
2,5p_i_ph_10_20_70	1	2,5	10	20	70	0,975369	0,984605	0,979987
2,5p_i_ph_10_30_60	1	2,5	10	30	60	1,007297	0,992728	1,0000125
2,5p_i_ph_10_40_50	1	2,5	10	40	50	1,034292	0,993336	1,013814
2,5p_i_ph_10_50_40	1	2,5	10	50	40	1,007735	1,05984	1,0337875
2,5p_i_ph_10_60_30	1	2,5	10	60	30	1,022587	1,028553	1,02557
2,5p_i_ph_10_70_20	1	2,5	10	70	20	1,08231	1,009237	1,0457735
2,5p_i_ph_10_80_10	1	2,5	10	80	10	1,125559	1,044163	1,084861
2,5p_i_ph_10_90_0	1	2,5	10	90	0	1,483823	1,3947	1,4392615
2,5p_i_ph_100_0_0	1	2,5	100	0	0	2,670566	2,577591	2,6240785
2,5p_i_ph_20_0_80	1	2,5	20	0	80	1,174807	1,198073	1,18644
2,5p_i_ph_20_10_70	1	2,5	20	10	70	1,074886	0,983644	1,029265
2,5p_i_ph_20_20_60	1	2,5	20	20	60	1,009325	1,006103	1,007714
2,5p_i_ph_20_30_50	1	2,5	20	30	50	0,963514	1,025673	0,9945935
2,5p_i_ph_20_40_40	1	2,5	20	40	40	1,013594	1,029304	1,021449
2,5p_i_ph_20_50_30	1	2,5	20	50	30	1,009492	0,987933	0,9987125
2,5p_i_ph_20_60_20	1	2,5	20	60	20	1,084153	1,082129	1,083141
2,5p_i_ph_20_70_10	1	2,5	20	70	10	1,171944	1,206132	1,189038
2,5p_i_ph_20_80_0	1	2,5	20	80	0	1,072907	1,243893	1,1584
2,5p_i_ph_30_0_70	1	2,5	30	0	70	1,029392	1,028254	1,028823
2,5p_i_ph_30_10_60	1	2,5	30	10	60	0,98279	0,994109	0,9884495
2,5p_i_ph_30_20_50	1	2,5	30	20	50	1,047648	1,003571	1,0256095
2,5p_i_ph_30_30_40	1	2,5	30	30	40	1,0079	0,97588	0,99189
2,5p_i_ph_30_40_30	1	2,5	30	40	30	0,935961	1,030147	0,983054
2,5p_i_ph_30_50_20	1	2,5	30	50	20	1,027509	1,15148	1,0894945
2,5p_i_ph_30_60_10	1	2,5	30	60	10	1,005439	1,054374	1,0299065
2,5p_i_ph_30_70_0	1	2,5	30	70	0	1,506663	1,225374	1,3660185
2,5p_i_ph_40_0_60	1	2,5	40	0	60	1,039592	1,1446	1,092096
2,5p_i_ph_40_10_50	1	2,5	40	10	50	1,208519	1,129665	1,169092
2,5p_i_ph_40_20_40	1	2,5	40	20	40	0,995717	1,081304	1,0385105
2,5p_i_ph_40_30_30	1	2,5	40	30	30	1,029602	1,003752	1,016677
2,5p_i_ph_40_40_20	1	2,5	40	40	20	1,131148	0,992337	1,0617425
2,5p_i_ph_40_50_10	1	2,5	40	50	10	1,179987	1,333685	1,256836
2,5p_i_ph_40_60_0	1	2,5	40	60	0	1,002279	1,105967	1,054123
2,5p_i_ph_50_0_50	1	2,5	50	0	50	0,951448	1,028856	0,990152
2,5p_i_ph_50_10_40	1	2,5	50	10	40	1,006059	1,001155	1,003607
2,5p_i_ph_50_20_30	1	2,5	50	20	30	0,981461	0,978837	0,980149
2,5p_i_ph_50_30_20	1	2,5	50	30	20	1,041595	1,259232	1,1504135
2,5p_i_ph_50_40_10	1	2,5	50	40	10	1,056176	0,986793	1,0214845
2,5p_i_ph_50_50_0	1	2,5	50	50	0	1,234311	1,388758	1,3115345
2,5p_i_ph_60_0_40	1	2,5	60	0	40	0,969946	1,014459	0,9922025
2,5p_i_ph_60_10_30	1	2,5	60	10	30	0,990589	1,074532	1,0325605
2,5p_i_ph_60_20_20	1	2,5	60	20	20	1,150042	1	1,075021
2,5p_i_ph_60_30_10	1	2,5	60	30	10	1,343087	1,01917	1,1811285
2,5p_i_ph_60_40_0	1	2,5	60	40	0	1,154794	1,103551	1,1291725
2,5p_i_ph_70_0_30	1	2,5	70	0	30	1,219053	1,044417	1,131735
2,5p_i_ph_70_10_20	1	2,5	70	10	20	1,164544	1,260472	1,212508
2,5p_i_ph_70_20_10	1	2,5	70	20	10	1,354181	1,16661	1,2603955
2,5p_i_ph_70_30_0	1	2,5	70	30	0	1,119209	0,991918	1,0555635
2,5p_i_ph_80_0_20	1	2,5	80	0	20	1,268794	0,984913	1,1268535
2,5p_i_ph_80_20_0	1	2,5	80	20	0	1,416645	1,36507	1,3908575
2,5p_i_ph_90_0_10	1	2,5	90	0	10	1,6464	1,244437	1,4454185
2,5p_i_ph_90_10_0	1	2,5	90	10	0	1,476862	1,457124	1,466993
2,5p_ii_0_0_100	0	2,5	0	0	100	1,271138	1,239547	1,2553425
2,5p_ii_0_10_90	0	2,5	0	10	90	1,016007	0,949403	0,982705
2,5p_ii_0_100_0	0	2,5	0	100	0	1,074521	1,067204	1,0708625

2,5p_ii_0_20_80	0	2,5	0	20	80	1,081047	1,039559	1,060303
2,5p_ii_0_30_70	0	2,5	0	30	70	1,087386	1,160474	1,12393
2,5p_ii_0_40_60	0	2,5	0	40	60	1,066644	1,120537	1,0935905
2,5p_ii_0_50_50	0	2,5	0	50	50	1,039167	0,9687	1,0039335
2,5p_ii_0_60_40	0	2,5	0	60	40	1,240267	1,287013	1,26364
2,5p_ii_0_70_30	0	2,5	0	70	30	1,055855	0,985069	1,020462
2,5p_ii_0_90_10	0	2,5	0	90	10	1,048005	1,075377	1,061691
2,5p_ii_10_0_90	0	2,5	10	0	90	1,217625	1,328292	1,2729585
2,5p_ii_10_10_80	0	2,5	10	10	80	1,309835	0,971634	1,1407345
2,5p_ii_10_20_70	0	2,5	10	20	70	1,01442	1,040271	1,0273455
2,5p_ii_10_30_60	0	2,5	10	30	60	1,169198	1,092728	1,130963
2,5p_ii_10_40_50	0	2,5	10	40	50	1,092046	1,135492	1,113769
2,5p_ii_10_50_40	0	2,5	10	50	40	0,957635	0,95247	0,9550525
2,5p_ii_10_60_30	0	2,5	10	60	30	0,782398	0,79892	0,790659
2,5p_ii_10_70_20	0	2,5	10	70	20	1,071019	1,055079	1,063049
2,5p_ii_10_80_10	0	2,5	10	80	10	1,189402	1,186615	1,1880085
2,5p_ii_10_90_0	0	2,5	10	90	0	1,030721	1,087693	1,059207
2,5p_ii_100_0_0	0	2,5	100	0	0	2,336888	2,388126	2,362507
2,5p_ii_20_0_80	0	2,5	20	0	80	0,970238	0,844756	0,907497
2,5p_ii_20_10_70	0	2,5	20	10	70	0,954545	0,921115	0,93783
2,5p_ii_20_20_60	0	2,5	20	20	60	1,062518	1,042025	1,0522715
2,5p_ii_20_30_50	0	2,5	20	30	50	1,065704	1,209009	1,1373565
2,5p_ii_20_40_40	0	2,5	20	40	40	1,042237	1,006489	1,024363
2,5p_ii_20_50_30	0	2,5	20	50	30	0,894369	1,307916	1,1011425
2,5p_ii_20_60_20	0	2,5	20	60	20	0,981654	0,951743	0,9666985
2,5p_ii_20_70_10	0	2,5	20	70	10	0,913752	0,910544	0,912148
2,5p_ii_20_80_0	0	2,5	20	80	0	0,989314	1,060051	1,0246825
2,5p_ii_30_0_70	0	2,5	30	0	70	1,178991	1,050456	1,1147235
2,5p_ii_30_10_60	0	2,5	30	10	60	1,181892	1,231975	1,2069335
2,5p_ii_30_20_50	0	2,5	30	20	50	1,077726	1,102422	1,090074
2,5p_ii_30_30_40	0	2,5	30	30	40	1,000989	0,956033	0,978511
2,5p_ii_30_40_30	0	2,5	30	40	30	0,949463	0,928959	0,939211
2,5p_ii_30_50_20	0	2,5	30	50	20	1,234411	1,108696	1,1715535
2,5p_ii_30_60_10	0	2,5	30	60	10	0,88974	0,919971	0,9048555
2,5p_ii_30_70_0	0	2,5	30	70	0	0,861144	0,921377	0,8912605
2,5p_ii_40_0_60	0	2,5	40	0	60	0,983427	0,967233	0,97533
2,5p_ii_40_10_50	0	2,5	40	10	50	1,056385	1,05135	1,0538675
2,5p_ii_40_20_40	0	2,5	40	20	40	0,976606	0,959956	0,968281
2,5p_ii_40_30_30	0	2,5	40	30	30	0,915164	0,924099	0,9196315
2,5p_ii_40_40_20	0	2,5	40	40	20	0,934724	0,955454	0,945089
2,5p_ii_40_50_10	0	2,5	40	50	10	0,86385	0,868225	0,8660375
2,5p_ii_40_60_0	0	2,5	40	60	0	0,917957	1,009353	0,963655
2,5p_ii_50_0_50	0	2,5	50	0	50	1,07233	1,093455	1,0828925
2,5p_ii_50_10_40	0	2,5	50	10	40	0,975595	0,942046	0,9588205
2,5p_ii_50_20_30	0	2,5	50	20	30	1,126689	1,134741	1,130715
2,5p_ii_50_30_20	0	2,5	50	30	20	1,030072	1,033181	1,0316265
2,5p_ii_50_40_10	0	2,5	50	40	10	0,961696	0,893974	0,927835
2,5p_ii_50_50_0	0	2,5	50	50	0	0,957788	0,967658	0,962723
2,5p_ii_60_0_40	0	2,5	60	0	40	1,263004	1,152118	1,207561
2,5p_ii_60_10_30	0	2,5	60	10	30	1,087361	1,042216	1,0647885
2,5p_ii_60_20_20	0	2,5	60	20	20	0,976	0,910572	0,943286
2,5p_ii_60_30_10	0	2,5	60	30	10	1,006761	1,008295	1,007528
2,5p_ii_60_40_0	0	2,5	60	40	0	1,059062	1,013432	1,036247
2,5p_ii_70_0_30	0	2,5	70	0	30	0,953571	0,964177	0,958874
2,5p_ii_70_10_20	0	2,5	70	10	20	0,963127	0,987255	0,975191
2,5p_ii_70_20_10	0	2,5	70	20	10	0,869357	0,84647	0,8579135

2,5p_ii_70_30_0	0	2,5	70	30	0	0,848732	0,85762	0,853176
2,5p_ii_80_10_10	0	2,5	80	10	10	0,986137	0,915532	0,9508345
2,5p_ii_80_20_0	0	2,5	80	20	0	0,966633	0,991379	0,979006
2,5p_ii_90_0_10	0	2,5	90	0	10	1,028608	1,053458	1,041033
2,5p_ii_90_10_0	0	2,5	90	10	0	1,572852	1,346496	1,459674
2,5p_ii_ph_0_0_100	1	2,5	0	0	100	1,24257	1,110362	1,176466
2,5p_ii_ph_0_10_90	1	2,5	0	10	90	0,96547	1,036	1,000735
2,5p_ii_ph_0_100_0	1	2,5	0	100	0	1,368845	1,352756	1,3608005
2,5p_ii_ph_0_20_80	1	2,5	0	20	80	1,09146	0,99298	1,04222
2,5p_ii_ph_0_30_70	1	2,5	0	30	70	1,067219	1,05939	1,0633045
2,5p_ii_ph_0_40_60	1	2,5	0	40	60	1,001612	1,099749	1,0506805
2,5p_ii_ph_0_50_50	1	2,5	0	50	50	1,149286	1,058688	1,103987
2,5p_ii_ph_0_60_40	1	2,5	0	60	40	0,948727	0,977255	0,962991
2,5p_ii_ph_0_70_30	1	2,5	0	70	30	1,076027	1,177653	1,12684
2,5p_ii_ph_0_80_20	1	2,5	0	80	20	1,040182	1,092437	1,0663095
2,5p_ii_ph_0_90_10	1	2,5	0	90	10	1,312046	1,248846	1,280446
2,5p_ii_ph_10_0_90	1	2,5	10	0	90	0,986697	1,092976	1,0398365
2,5p_ii_ph_10_10_80	1	2,5	10	10	80	0,991519	1,055088	1,0233035
2,5p_ii_ph_10_20_70	1	2,5	10	20	70	0,997664	1,150394	1,074029
2,5p_ii_ph_10_30_60	1	2,5	10	30	60	1,035233	1,044157	1,039695
2,5p_ii_ph_10_40_50	1	2,5	10	40	50	1,005057	1,007747	1,006402
2,5p_ii_ph_10_50_40	1	2,5	10	50	40	1,046729	1,025396	1,0360625
2,5p_ii_ph_10_60_30	1	2,5	10	60	30	1,056344	1,043314	1,049829
2,5p_ii_ph_10_70_20	1	2,5	10	70	20	1,041045	1,100041	1,070543
2,5p_ii_ph_10_80_10	1	2,5	10	80	10	1,56987	1,815857	1,6928635
2,5p_ii_ph_10_90_0	1	2,5	10	90	0	1,538462	1,44206	1,490261
2,5p_ii_ph_100_0_0	1	2,5	100	0	0	3,429329	1,974147	2,701738
2,5p_ii_ph_20_0_80	1	2,5	20	0	80	1,069119	1,029759	1,049439
2,5p_ii_ph_20_10_70	1	2,5	20	10	70	1,005169	1,098927	1,052048
2,5p_ii_ph_20_20_60	1	2,5	20	20	60	1,089459	1,038333	1,063896
2,5p_ii_ph_20_30_50	1	2,5	20	30	50	1,153733	0,992987	1,07336
2,5p_ii_ph_20_40_40	1	2,5	20	40	40	1,042376	1,017623	1,0299995
2,5p_ii_ph_20_50_30	1	2,5	20	50	30	1,1541	1,255425	1,2047625
2,5p_ii_ph_20_60_20	1	2,5	20	60	20	1,269135	1,07732	1,1732275
2,5p_ii_ph_20_70_10	1	2,5	20	70	10	1,12409	1,117353	1,1207215
2,5p_ii_ph_20_80_0	1	2,5	20	80	0	1,114418	1,363372	1,238895
2,5p_ii_ph_30_0_70	1	2,5	30	0	70	1,045877	1,062323	1,0541
2,5p_ii_ph_30_10_60	1	2,5	30	10	60	0,979129	0,993336	0,9862325
2,5p_ii_ph_30_20_50	1	2,5	30	20	50	0,974931	0,993464	0,9841975
2,5p_ii_ph_30_30_40	1	2,5	30	30	40	0,989117	0,974442	0,9817795
2,5p_ii_ph_30_40_30	1	2,5	30	40	30	1,080273	1,245501	1,162887
2,5p_ii_ph_30_50_20	1	2,5	30	50	20	0,998134	1,177553	1,0878435
2,5p_ii_ph_30_60_10	1	2,5	30	60	10	1,074877	1,144645	1,109761
2,5p_ii_ph_30_70_0	1	2,5	30	70	0	1,109395	1,051653	1,080524
2,5p_ii_ph_40_0_60	1	2,5	40	0	60	1,055031	1,01069	1,0328605
2,5p_ii_ph_40_10_50	1	2,5	40	10	50	1,150097	1,109328	1,1297125
2,5p_ii_ph_40_20_40	1	2,5	40	20	40	1,033031	1,008681	1,020856
2,5p_ii_ph_40_30_30	1	2,5	40	30	30	1,009366	1,036029	1,0226975
2,5p_ii_ph_40_40_20	1	2,5	40	40	20	1,082701	1,094286	1,0884935
2,5p_ii_ph_40_50_10	1	2,5	40	50	10	1,084311	1,011608	1,0479595
2,5p_ii_ph_40_60_0	1	2,5	40	60	0	1,357988	1,16739	1,262689
2,5p_ii_ph_50_0_50	1	2,5	50	0	50	1,024686	1,070485	1,0475855
2,5p_ii_ph_50_10_40	1	2,5	50	10	40	1,04196	1,119255	1,0806075
2,5p_ii_ph_50_20_30	1	2,5	50	20	30	1,061538	1,155773	1,1086555
2,5p_ii_ph_50_30_20	1	2,5	50	30	20	1,131579	1,095016	1,1132975
2,5p_ii_ph_50_40_10	1	2,5	50	40	10	1,135581	1,09824	1,1169105

2,5p_ii_ph_50_50_0	1	2,5	50	50	0	1,670675	1,307312	1,4889935
2,5p_ii_ph_60_0_40	1	2,5	60	0	40	1,113155	1,059414	1,0862845
2,5p_ii_ph_60_10_30	1	2,5	60	10	30	1,3859	1,116228	1,251064
2,5p_ii_ph_60_20_20	1	2,5	60	20	20	1,058846	0,987707	1,0232765
2,5p_ii_ph_60_30_10	1	2,5	60	30	10	0,994582	1,003272	0,998927
2,5p_ii_ph_60_40_0	1	2,5	60	40	0	1,29026	1,283133	1,2866965
2,5p_ii_ph_70_0_30	1	2,5	70	0	30	0,994266	1,016706	1,005486
2,5p_ii_ph_70_10_20	1	2,5	70	10	20	0,992563	1,005966	0,9992645
2,5p_ii_ph_70_20_10	1	2,5	70	20	10	1,083832	1,095408	1,08962
2,5p_ii_ph_70_30_0	1	2,5	70	30	0	1,172333	1,066066	1,1191995
2,5p_ii_ph_80_0_20	1	2,5	80	0	20	1,674712	1,650043	1,6623775
2,5p_ii_ph_80_10_10	1	2,5	80	10	10	1,093921	1,269011	1,181466
2,5p_ii_ph_80_20_0	1	2,5	80	20	0	1,626909	1,721244	1,6740765
2,5p_ii_ph_90_0_10	1	2,5	90	0	10	1,562691	1,099479	1,331085
2,5p_ii_ph_90_10_0	1	2,5	90	10	0	1,471937	1,418663	1,4453
3p_i_0_0_100	0	3,0	0	0	100	1,285714	1,19763	1,241672
3p_i_0_10_90	0	3,0	0	10	90	1,079793	1,082071	1,080932
3p_i_0_100_0	0	3,0	0	100	0	2,369379	2,693981	2,53168
3p_i_0_20_80	0	3,0	0	20	80	1,193386	1,181433	1,1874095
3p_i_0_30_70	0	3,0	0	30	70	1,226922	1,118667	1,1727945
3p_i_0_40_60	0	3,0	0	40	60	1,308018	1,300524	1,304271
3p_i_0_50_50	0	3,0	0	50	50	1,109398	1,216912	1,163155
3p_i_0_60_40	0	3,0	0	60	40	1,288028	1,284241	1,2861345
3p_i_0_70_30	0	3,0	0	70	30	1,835507	1,218679	1,527093
3p_i_0_80_20	0	3,0	0	80	20	1,250085	1,194358	1,2222215
3p_i_0_90_10	0	3,0	0	90	10	0,893344	0,879816	0,88658
3p_i_10_0_90	0	3,0	10	0	90	0,998674	0,999674	0,999174
3p_i_10_10_80	0	3,0	10	10	80	1,169794	1,116312	1,143053
3p_i_10_20_70	0	3,0	10	20	70	1,109234	1,085705	1,0974695
3p_i_10_30_60	0	3,0	10	30	60	1,27381	1,105299	1,1895545
3p_i_10_40_50	0	3,0	10	40	50	1,00461	1,051104	1,027857
3p_i_10_50_40	0	3,0	10	50	40	1,527688	1,210442	1,369065
3p_i_10_60_30	0	3,0	10	60	30	1,080808	1,3876	1,234204
3p_i_10_70_20	0	3,0	10	70	20	0,988103	1,305211	1,146657
3p_i_10_80_10	0	3,0	10	80	10	1,014297	1,010133	1,012215
3p_i_10_90_0	0	3,0	10	90	0	1,173199	1,363196	1,2681975
3p_i_100_0_0	0	3,0	100	0	0	2,94369	2,134793	2,5392415
3p_i_20_0_80	0	3,0	20	0	80	1,03324	0,942802	0,988021
3p_i_20_10_70	0	3,0	20	10	70	1,467156	0,983557	1,2253565
3p_i_20_20_60	0	3,0	20	20	60	1,1046	1,130757	1,1176785
3p_i_20_30_50	0	3,0	20	30	50	1,023	1,033843	1,0284215
3p_i_20_40_40	0	3,0	20	40	40	1,096084	1,09692	1,096502
3p_i_20_50_30	0	3,0	20	50	30	1,633017	1,545089	1,589053
3p_i_20_60_20	0	3,0	20	60	20	0,94865	0,904616	0,926633
3p_i_20_70_10	0	3,0	20	70	10	0,961214	0,968453	0,9648335
3p_i_20_80_0	0	3,0	20	80	0	0,883207	0,939355	0,911281
3p_i_30_0_70	0	3,0	30	0	70	1,146834	1,115267	1,1310505
3p_i_30_10_60	0	3,0	30	10	60	1,059847	0,969094	1,0144705
3p_i_30_20_50	0	3,0	30	20	50	1,214709	1,094307	1,154508
3p_i_30_30_40	0	3,0	30	30	40	1,115187	1,040349	1,077768
3p_i_30_40_30	0	3,0	30	40	30	1,050773	1,056243	1,053508
3p_i_30_50_20	0	3,0	30	50	20	0,97203	0,986045	0,9790375
3p_i_30_60_10	0	3,0	30	60	10	0,998392	0,862092	0,930242
3p_i_30_70_0	0	3,0	30	70	0	1,004121	1,016185	1,010153
3p_i_40_0_60	0	3,0	40	0	60	1,091392	1,105974	1,098683
3p_i_40_10_50	0	3,0	40	10	50	1,43134	1,444715	1,4380275

3p_i_40_20_40	0	3,0	40	20	40	1,188367	1,374051	1,281209
3p_i_40_30_30	0	3,0	40	30	30	1,18981	1,190209	1,1900095
3p_i_40_40_20	0	3,0	40	40	20	1,010839	0,877586	0,9442125
3p_i_40_50_10	0	3,0	40	50	10	0,929546	0,851709	0,8906275
3p_i_40_60_0	0	3,0	40	60	0	0,972664	0,900125	0,9363945
3p_i_50_0_50	0	3,0	50	0	50	1,113201	1,056552	1,0848765
3p_i_50_10_40	0	3,0	50	10	40	1,073745	1,0971	1,0854225
3p_i_50_20_30	0	3,0	50	20	30	1,245478	1,218912	1,232195
3p_i_50_30_20	0	3,0	50	30	20	1,158945	1,082298	1,1206215
3p_i_50_40_10	0	3,0	50	40	10	1,019634	1,013826	1,01673
3p_i_50_50_0	0	3,0	50	50	0	0,93355	0,956032	0,944791
3p_i_60_0_40	0	3,0	60	0	40	1,051155	1,02848	1,0398175
3p_i_60_10_30	0	3,0	60	10	30	1,088111	1,131561	1,109836
3p_i_60_20_20	0	3,0	60	20	20	1,053361	0,952013	1,002687
3p_i_60_30_10	0	3,0	60	30	10	1,316883	1,259345	1,288114
3p_i_60_40_0	0	3,0	60	40	0	0,953482	0,918895	0,9361885
3p_i_70_0_30	0	3,0	70	0	30	1,09123	0,97344	1,032335
3p_i_70_10_20	0	3,0	70	10	20	0,956128	0,999235	0,9776815
3p_i_70_20_10	0	3,0	70	20	10	1,013043	1,097764	1,0554035
3p_i_70_30_0	0	3,0	70	30	0	1,023796	0,979604	1,0017
3p_i_80_0_20	0	3,0	80	0	20	0,961358	0,96347	0,962414
3p_i_80_10_10	0	3,0	80	10	10	1,353423	1,351857	1,35264
3p_i_80_20_0	0	3,0	80	20	0	0,960892	1,09815	1,029521
3p_i_90_0_10	0	3,0	90	0	10	1,610427	1,582084	1,5962555
3p_i_90_10_0	0	3,0	90	10	0	2,465107	2,4323	2,4487035
3p_i_ph_0_10_90	1	3,0	0	10	90	1,183369	1,125975	1,154672
3p_i_ph_0_100_0	1	3,0	0	100	0	3,327548	2,795481	3,0615145
3p_i_ph_0_20_80	1	3,0	0	20	80	1,024246	1,016588	1,020417
3p_i_ph_0_30_70	1	3,0	0	30	70	1,225796	1,009437	1,1176165
3p_i_ph_0_40_60	1	3,0	0	40	60	1,364972	1,118981	1,2419765
3p_i_ph_0_50_50	1	3,0	0	50	50	1,310146	1,38907	1,349608
3p_i_ph_0_60_40	1	3,0	0	60	40	1,47475	1,149684	1,312217
3p_i_ph_0_70_30	1	3,0	0	70	30	1,563281	1,594098	1,5786895
3p_i_ph_0_80_20	1	3,0	0	80	20	1,327569	1,386033	1,356801
3p_i_ph_0_90_10	1	3,0	0	90	10	1,703277	0,98315	1,3432135
3p_i_ph_10_0_90	1	3,0	10	0	90	1,016782	1,019486	1,018134
3p_i_ph_10_10_80	1	3,0	10	10	80	1,05758	1,05048	1,05403
3p_i_ph_10_20_70	1	3,0	10	20	70	1,198286	1,143945	1,1711155
3p_i_ph_10_30_60	1	3,0	10	30	60	1,117273	1,155042	1,1361575
3p_i_ph_10_40_50	1	3,0	10	40	50	1,35209	1,480925	1,4165075
3p_i_ph_10_50_40	1	3,0	10	50	40	1,4	1,062478	1,231239
3p_i_ph_10_60_30	1	3,0	10	60	30	1,380626	1,334629	1,3576275
3p_i_ph_10_70_20	1	3,0	10	70	20	1,444403	1,485405	1,464904
3p_i_ph_10_80_10	1	3,0	10	80	10	1,599491	1,078956	1,3392235
3p_i_ph_10_90_0	1	3,0	10	90	0	2,222926	2,302282	2,262604
3p_i_ph_100_0_0	1	3,0	100	0	0	3,686339	3,969185	3,827762
3p_i_ph_20_0_80	1	3,0	20	0	80	1,01161	1,022168	1,016889
3p_i_ph_20_10_70	1	3,0	20	10	70	1,064414	0,995166	1,02979
3p_i_ph_20_20_60	1	3,0	20	20	60	1,050661	1,014053	1,032357
3p_i_ph_20_30_50	1	3,0	20	30	50	1,213774	1,051819	1,1327965
3p_i_ph_20_40_40	1	3,0	20	40	40	1,188762	0,934783	1,0617725
3p_i_ph_20_50_30	1	3,0	20	50	30	1,157336	1,051484	1,10441
3p_i_ph_20_60_20	1	3,0	20	60	20	1,181726	0,991013	1,0863695
3p_i_ph_20_70_10	1	3,0	20	70	10	1,464316	1,097179	1,2807475
3p_i_ph_20_80_0	1	3,0	20	80	0	1,88715	1,744149	1,8156495
3p_i_ph_30_0_70	1	3,0	30	0	70	1,142273	1,142732	1,1425025

3p_i_ph_30_10_60	1	3,0	30	10	60	1,129112	1,214768	1,17194
3p_i_ph_30_20_50	1	3,0	30	20	50	1,164159	1,095311	1,129735
3p_i_ph_30_30_40	1	3,0	30	30	40	1,019209	1,009455	1,014332
3p_i_ph_30_40_30	1	3,0	30	40	30	1,324533	1,262465	1,293499
3p_i_ph_30_50_20	1	3,0	30	50	20	1,404225	1,408271	1,406248
3p_i_ph_30_60_10	1	3,0	30	60	10	1,518574	1,535446	1,52701
3p_i_ph_30_70_0	1	3,0	30	70	0	1,913849	1,046452	1,4801505
3p_i_ph_40_0_60	1	3,0	40	0	60	1,126577	1,159244	1,1429105
3p_i_ph_40_10_50	1	3,0	40	10	50	1,056483	1,067821	1,062152
3p_i_ph_40_20_40	1	3,0	40	20	40	1,193727	1,067434	1,1305805
3p_i_ph_40_30_30	1	3,0	40	30	30	0,976252	0,976573	0,9764125
3p_i_ph_40_40_20	1	3,0	40	40	20	1,207092	0,989639	1,0983655
3p_i_ph_40_50_10	1	3,0	40	50	10	1,147023	0,995473	1,071248
3p_i_ph_40_60_0	1	3,0	40	60	0	1,641132	1,566304	1,603718
3p_i_ph_50_0_50	1	3,0	50	0	50	0,993601	0,971921	0,982761
3p_i_ph_50_10_40	1	3,0	50	10	40	1,235991	1,174785	1,205388
3p_i_ph_50_20_30	1	3,0	50	20	30	1,251105	1,236636	1,2438705
3p_i_ph_50_30_20	1	3,0	50	30	20	1,324324	1,161154	1,242739
3p_i_ph_50_40_10	1	3,0	50	40	10	1,067402	1,128083	1,0977425
3p_i_ph_50_50_0	1	3,0	50	50	0	1,648612	1,693338	1,670975
3p_i_ph_60_0_40	1	3,0	60	0	40	1,10352	1,134768	1,119144
3p_i_ph_60_10_30	1	3,0	60	10	30	1,148824	1,144151	1,1464875
3p_i_ph_60_20_20	1	3,0	60	20	20	1,176149	1,095185	1,135667
3p_i_ph_60_30_10	1	3,0	60	30	10	1,288904	1,021042	1,154973
3p_i_ph_60_40_0	1	3,0	60	40	0	1,124071	1,008947	1,066509
3p_i_ph_70_0_30	1	3,0	70	0	30	1,118671	1,144172	1,1314215
3p_i_ph_70_10_20	1	3,0	70	10	20	1,103555	1,26981	1,1866825
3p_i_ph_70_20_10	1	3,0	70	20	10	1,002381	1,002005	1,002193
3p_i_ph_70_30_0	1	3,0	70	30	0	1,055272	1,023186	1,039229
3p_i_ph_80_0_20	1	3,0	80	0	20	1,278592	1,039004	1,158798
3p_i_ph_80_20_0	1	3,0	80	20	0	1,724331	1,721704	1,7230175
3p_i_ph_90_0_10	1	3,0	90	0	10	1,664464	1,655172	1,659818
3p_i_ph_90_10_0	1	3,0	90	10	0	2,20536	2,388313	2,2968365
3p_ii_0_0_100	0	3,0	0	0	100	1,287174	1,192397	1,2397855
3p_ii_0_20_80	0	3,0	0	20	80	1,069793	1,20048	1,1351365
3p_ii_0_30_70	0	3,0	0	30	70	1,135673	1,155603	1,145638
3p_ii_0_40_60	0	3,0	0	40	60	1,038779	1,116011	1,077395
3p_ii_0_50_50	0	3,0	0	50	50	1,254725	1,232997	1,243861
3p_ii_0_60_40	0	3,0	0	60	40	1,33844	1,076726	1,207583
3p_ii_0_70_30	0	3,0	0	70	30	1,036357	1,043302	1,0398295
3p_ii_0_80_20	0	3,0	0	80	20	1,24598	1,247388	1,246684
3p_ii_0_90_10	0	3,0	0	90	10	1,44064	1,267619	1,3541295
3p_ii_10_0_90	0	3,0	10	0	90	1,183954	1,137341	1,1606475
3p_ii_10_10_80	0	3,0	10	10	80	1,138352	0,894497	1,0164245
3p_ii_10_20_70	0	3,0	10	20	70	1,046755	1,009029	1,027892
3p_ii_10_30_60	0	3,0	10	30	60	0,98638	1,046379	1,0163795
3p_ii_10_40_50	0	3,0	10	40	50	0,958516	0,967614	0,963065
3p_ii_10_50_40	0	3,0	10	50	40	1,1883	1,061875	1,1250875
3p_ii_10_60_30	0	3,0	10	60	30	1,040041	1,095541	1,067791
3p_ii_10_70_20	0	3,0	10	70	20	1,025865	0,903718	0,9647915
3p_ii_10_80_10	0	3,0	10	80	10	0,895929	0,885264	0,8905965
3p_ii_10_90_0	0	3,0	10	90	0	1,096409	1,077778	1,0870935
3p_ii_100_0_0	0	3,0	100	0	0	2,419459	2,105744	2,2626015
3p_ii_20_0_80	0	3,0	20	0	80	1,003858	0,979537	0,9916975
3p_ii_20_10_70	0	3,0	20	10	70	0,949697	1,007713	0,978705
3p_ii_20_20_60	0	3,0	20	20	60	1,065337	1,068513	1,066925

3p_ii_20_70_10	0	3,0	20	70	10	0,936052	1,026203	0,9811275
3p_ii_20_80_0	0	3,0	20	80	0	1,026188	1,089934	1,058061
3p_ii_30_0_70	0	3,0	30	0	70	0,958794	1,086359	1,0225765
3p_ii_30_10_60	0	3,0	30	10	60	0,986874	1,000784	0,993829
3p_ii_30_30_40	0	3,0	30	30	40	0,915671	0,88173	0,8987005
3p_ii_40_0_60	0	3,0	40	0	60	0,997006	1,031044	1,014025
3p_ii_40_30_30	0	3,0	40	30	30	0,953926	0,997325	0,9756255
3p_ii_40_40_20	0	3,0	40	40	20	0,950885	0,948812	0,9498485
3p_ii_40_50_10	0	3,0	40	50	10	0,903885	0,931973	0,917929
3p_ii_40_60_0	0	3,0	40	60	0	0,904421	0,892542	0,8984815
3p_ii_50_0_50	0	3,0	50	0	50	0,945059	1,034998	0,9900285
3p_ii_50_10_40	0	3,0	50	10	40	1,15576	1,009754	1,082757
3p_ii_50_20_30	0	3,0	50	20	30	0,996326	0,996241	0,9962835
3p_ii_50_30_20	0	3,0	50	30	20	1,1115	1,097094	1,104297
3p_ii_50_40_10	0	3,0	50	40	10	0,924582	0,985749	0,9551655
3p_ii_50_50_0	0	3,0	50	50	0	0,897772	1,010201	0,9539865
3p_ii_60_0_40	0	3,0	60	0	40	0,992379	1,038583	1,015481
3p_ii_60_20_20	0	3,0	60	20	20	1,027597	0,939301	0,983449
3p_ii_60_30_10	0	3,0	60	30	10	0,903966	1,022268	0,963117
3p_ii_60_40_0	0	3,0	60	40	0	1,043214	1,089552	1,066383
3p_ii_70_0_30	0	3,0	70	0	30	0,952263	1,006157	0,97921
3p_ii_70_10_20	0	3,0	70	10	20	0,925946	0,883824	0,904885
3p_ii_70_20_10	0	3,0	70	20	10	0,971818	0,952839	0,9623285
3p_ii_70_30_0	0	3,0	70	30	0	0,582946	0,584569	0,5837575
3p_ii_80_0_20	0	3,0	80	0	20	0,952534	0,959583	0,9560585
3p_ii_80_10_10	0	3,0	80	10	10	0,959512	1,06237	1,010941
3p_ii_80_20_0	0	3,0	80	20	0	0,991046	1,018027	1,0045365
3p_ii_90_0_10	0	3,0	90	0	10	1,867205	1,738758	1,8029815
3p_ii_ph_0_0_100	1	3,0	0	0	100	1,029275	1,04709	1,0381825
3p_ii_ph_0_10_90	1	3,0	0	10	90	0,98814	0,966084	0,977112
3p_ii_ph_0_100_0	1	3,0	0	100	0	2,233914	2,060855	2,1473845
3p_ii_ph_0_20_80	1	3,0	0	20	80	1,05171	1,081441	1,0665755
3p_ii_ph_0_30_70	1	3,0	0	30	70	1,079921	0,993594	1,0367575
3p_ii_ph_0_40_60	1	3,0	0	40	60	1,053856	1,058084	1,05597
3p_ii_ph_0_50_50	1	3,0	0	50	50	1,134352	1,104917	1,1196345
3p_ii_ph_0_60_40	1	3,0	0	60	40	1,738347	1,540048	1,6391975
3p_ii_ph_0_70_30	1	3,0	0	70	30	1,158837	1,114608	1,1367225
3p_ii_ph_0_80_20	1	3,0	0	80	20	1,400153	1,631376	1,5157645
3p_ii_ph_0_90_10	1	3,0	0	90	10	1,621662	1,427503	1,5245825
3p_ii_ph_10_0_90	1	3,0	10	0	90	1,065091	1,035863	1,050477
3p_ii_ph_10_10_80	1	3,0	10	10	80	1,032513	1,061113	1,046813
3p_ii_ph_10_20_70	1	3,0	10	20	70	1,017585	1,173713	1,095649
3p_ii_ph_10_30_60	1	3,0	10	30	60	1,059017	0,990682	1,0248495
3p_ii_ph_10_40_50	1	3,0	10	40	50	0,990417	1,05068	1,0205485
3p_ii_ph_10_50_40	1	3,0	10	50	40	0,993368	0,991001	0,9921845
3p_ii_ph_10_60_30	1	3,0	10	60	30	1,155421	1,061927	1,108674
3p_ii_ph_10_70_20	1	3,0	10	70	20	1,297371	1,2631	1,2802355
3p_ii_ph_10_80_10	1	3,0	10	80	10	1,605283	1,043981	1,324632
3p_ii_ph_10_90_0	1	3,0	10	90	0	1,656107	1,578145	1,617126
3p_ii_ph_100_0_0	1	3,0	100	0	0	2,339218	1,85908	2,099149
3p_ii_ph_20_0_80	1	3,0	20	0	80	0,991509	0,975541	0,983525
3p_ii_ph_20_10_70	1	3,0	20	10	70	1,025294	1,039815	1,0325545
3p_ii_ph_20_20_60	1	3,0	20	20	60	0,97926	0,962417	0,9708385
3p_ii_ph_20_30_50	1	3,0	20	30	50	0,987192	1,019916	1,003554
3p_ii_ph_20_40_40	1	3,0	20	40	40	0,980322	0,994456	0,987389
3p_ii_ph_20_50_30	1	3,0	20	50	30	1,021634	1,045319	1,0334765

3p_ii_ph_20_60_20	1	3,0	20	60	20	1,062284	1,039693	1,0509885
3p_ii_ph_20_70_10	1	3,0	20	70	10	1,017624	1,651515	1,3345695
3p_ii_ph_20_80_0	1	3,0	20	80	0	1,11378	1,209556	1,161668
3p_ii_ph_30_0_70	1	3,0	30	0	70	0,985775	0,95066	0,9682175
3p_ii_ph_30_10_60	1	3,0	30	10	60	0,992944	0,998284	0,995614
3p_ii_ph_30_20_50	1	3,0	30	20	50	0,974518	0,961627	0,9680725
3p_ii_ph_30_30_40	1	3,0	30	30	40	1,000291	1,011186	1,0057385
3p_ii_ph_30_40_30	1	3,0	30	40	30	0,989817	0,955842	0,9728295
3p_ii_ph_30_50_20	1	3,0	30	50	20	1,033283	1,025378	1,0293305
3p_ii_ph_30_60_10	1	3,0	30	60	10	1,141256	0,990228	1,065742
3p_ii_ph_30_70_0	1	3,0	30	70	0	1,747429	1,707388	1,7274085
3p_ii_ph_40_0_60	1	3,0	40	0	60	0,975856	0,952329	0,9640925
3p_ii_ph_40_10_50	1	3,0	40	10	50	1,02625	1,009174	1,017712
3p_ii_ph_40_20_40	1	3,0	40	20	40	1,166592	1,154508	1,16055
3p_ii_ph_40_30_30	1	3,0	40	30	30	1,014052	1,033045	1,0235485
3p_ii_ph_40_40_20	1	3,0	40	40	20	0,988498	0,979716	0,984107
3p_ii_ph_40_50_10	1	3,0	40	50	10	0,999153	1,011565	1,005359
3p_ii_ph_40_60_0	1	3,0	40	60	0	1,53178	1,337931	1,4348555
3p_ii_ph_50_0_50	1	3,0	50	0	50	1,054017	1,031871	1,042944
3p_ii_ph_50_10_40	1	3,0	50	10	40	1,366082	1,049015	1,2075485
3p_ii_ph_50_20_30	1	3,0	50	20	30	0,963636	0,967896	0,965766
3p_ii_ph_50_30_20	1	3,0	50	30	20	1,034309	1,090147	1,062228
3p_ii_ph_50_40_10	1	3,0	50	40	10	1,254495	1,308401	1,281448
3p_ii_ph_50_50_0	1	3,0	50	50	0	1,259823	1,612144	1,4359835
3p_ii_ph_60_0_40	1	3,0	60	0	40	1,119154	1,075764	1,097459
3p_ii_ph_60_10_30	1	3,0	60	10	30	1,001644	0,988698	0,995171
3p_ii_ph_60_20_20	1	3,0	60	20	20	0,942342	0,872079	0,9072105
3p_ii_ph_60_30_10	1	3,0	60	30	10	1,136097	1,219481	1,177789
3p_ii_ph_60_40_0	1	3,0	60	40	0	1,378478	1,073181	1,2258295
3p_ii_ph_70_0_30	1	3,0	70	0	30	1,129049	1,070166	1,0996075
3p_ii_ph_70_10_20	1	3,0	70	10	20	1,279759	1,176733	1,228246
3p_ii_ph_70_20_10	1	3,0	70	20	10	1,333581	1,294915	1,314248
3p_ii_ph_70_30_0	1	3,0	70	30	0	1,319043	1,417899	1,368471
3p_ii_ph_80_0_20	1	3,0	80	0	20	1,427798	1,207006	1,317402
3p_ii_ph_80_10_10	1	3,0	80	10	10	1,344574	1,455441	1,4000075
3p_ii_ph_80_20_0	1	3,0	80	20	0	1,64794	1,568672	1,608306
3p_ii_ph_90_0_10	1	3,0	90	0	10	1,250586	1,358482	1,304534
3p_ii_ph_90_10_0	1	3,0	90	10	0	1,558559	1,253503	1,406031