بهینه سازی فرمولاسیون و متغییر های اکسترودر برای غنی سازی اسپاگتی با آرد کامل سویا بوسیله طرح آماری مخلوط

بهزاد ناصحی[1*]، سید علی مرتضوی[2]، سید محمد علی رضوی[3]، مصطفی مظاهری تهرانی[4]

1- استادیار ملاثانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین، گروه علوم و صنایع غذایی
2- استاد، مشهد، دانشگاه فردوسی، گروه علوم و صنایع غذایی
3- دانشیار، مشهد، دانشگاه فردوسی، گروه علوم و صنایع غذایی
4- استادیار، مشهد، دانشگاه فردوسی، گروه علوم و صنایع غذایی
(تاریخ دریافت: 87/5/18 **تاریخ پذیرش**:87/12/11)

چکیده

تاثیر افزودن آرد کامل سویا در دامنه 0 تا 27 درصد و آب از 31 تا 35 درصد در فرمول و همچنین شرایط مختلف اکستروژن بر روی ویژگی های پخت اسپاگتی به منظور تولید فراورده سلامتی بخش، مورد بررسی قرار گرفت. فرآیند در اکسترودری بـا سـرعت چـرخش مارپیچ در دامنه 10 تا 40 دور بر دقیقه و آب سیرکولاسیون با دمای 35 تا 70 درجه سانتی گراد، انجام شد. نتایج نشان می دهد که افزودن آرد کامل سویا موجب کاهش معنی دار ($P\leq0.05$) زمان پخت و وزن پخت، شده است. این در حالی است که در این شرایط افت پخت افزایش معنی داری داشت. درجه حرارت و سرعت چرخش اکسترودر هیچ تاثیر معنی داری بر ویژگی های پخت نداشتند، اما برهمکنش بین آنها و اجزاء فرمولاسیون موجب بهبود صفات مورد بررسی شد. از سوی دیگر، اثر متقابل بین اجزاء فرمولاسیون و درجه حرارت آب سیرکولاسیون دارای تاثیر منفی بر مقدار افت پخت تیمارها بود. بررسی آماری نتایج با استفاده از طرح مخلوط نشان داد که بهترین اسپاگتی زمانی تولید می شود که فرمول حاوی 24/3 درصد آرد کامل سویا، 44/7 درصد آرد نول و 31 درصد آب در اکسترودر با سرعت چرخش مارپیچ 25 دور بر دقیقه و دمای آب سیرکولاسیون 52/5 درجه سانتی گراد، فراوری شود.

کلید واژگان: اسپاگتی سلامتی بخش، ویژگی های پخت، غنی سازی، متغییر های فرآیند.

1- مقدمه

فراورده های خمیری[1] که در تمام کشورهای دنیا، شناخته شده هستند، از سمولینا، آرد دانه حاصل از گندم دروم، تولید می شوند [1]. در مناطقی که امکان کشت این گندم وجود ندارد، آرد دانه حاصل از گندم معمولی جایگزین آن شده است. اما کیفیت و مقدار پروتئین و همچنین میزان رنگدانه در این آرد نسبت به سمولینا پایین تر این فراورده ها با هدف جبران کمبود این ترکیبات، افزایش ارزش غذایی و عرضه فراورده ای نو یا سلامتی بخش[2] تلاش کرده اند. به طوری که در پژوهش های زیادی، تأثیر ترکیباتی مانند باقلای مصری [3] [2]، لوبیا است. بنابراین بسیاری از پژوهشگران برای بهبود کیفیت چیتی [4] [3]، لوبیای سفید [4]، بر ویژگیهای

* مسئول مکاتبات: b_nasehi@yahoo.com

1. Pasta
2. Functional
3. Lupin
4. Cowpea

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

فیزیکوشیمیایی و پخت اسپاگتی بررسی شده است. همچنین افزودن ترکیبات فیبری مانند سبوس گندم [5 و 6]، بتاگلوکان جو [7]، فیبرنخودفرنگی [8]، لوبیای لوکاست و زانتان [8] و اینولین [9]، نیز برای تولید محصولی رژیمی مورد توجه بوده است.

لوبیای سویا که از خانواده لگومینوزه[5] است، در بیش از 4000 سال پیش در کشور چین شناسایی شده است. این گیاه حاوی 12-14% کربوهیدرات محلول، 12-14% فیبر خوراکی، 18-22% چربی، 12-14% رطوبت و 36-42% پروتئین و ترکیبات با ارزش دیگری نظیر املاح (کلسیم، آهن و روی)، ویتامین های B_1، B_2 ,نیاسین، ترکیبات آنتی اکسیدانی مانند ایزوفلاون ها می باشد. پروتئینهای سویا از نظر تغذیه ای در سطح بسیار مطلوبی قرار دارند، به طوری که 92-100% آنها جذب بدن می شوند. سویا علی رغم کمبود اسیدهای آمینه گوگرد دار سیستئین و متیونین، چهار برابر گندم لیزین دارد و می تواند کمبود آن را در فراورده های حاصل از گندم جبران کند. ترکیبات لوبیای سویا از نظر عملکردی و سلامتی بخشی ارزش بالایی دارند، به طوری که مصرف سویا و فراورده های آن موجب کاهش ابتلا به بیماری قلبی، برخی از سرطانها، عوارض پوکی استخوان و کلسترول بد خون می شود. همچنین برای درمان بیماریهای کلیوی و دیابت مناسب هستند. البته استفاده از سویا در فراورده های مختلف، علی رغم مزیت های ذکر شده با موانعی نیز همراه است که مهمترین آنها مربوط به عوامل ایجاد بد طعمی شدید دراین محصولات می باشد. تلاش های زیادی برای حذف یا پنهان کردن عوامل بد طعمی انجام شده است که با موفقیت نسبی نیز همراه بوده است [10]. پژوهشگران زیادی به بررسی اثر آرد سویای بدون چربی [17- 11]. و ایزوله پروتئین سویا [19 و 18] بر کیفیت فراورده های خمیری پرداخته اند. اما در هیچ پژوهشی از آرد کامل سویا استفاده نشده است. در این راستا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر افزودن آرد کامل سویا بر ویژگی های پخت اسپاگتی و امکان تولید غذایی سلامتی بخش طراحی شد. همچنین با توجه به نقش فرآیند تولید در کیفیت فراورده های خمیری [21 و 20 و 22]، به منظور رسیدن به شرایط بهینه تولید، اثر شرایط اکسترودر شامل درجه حرارت آب سیرکولاسیون و سرعت چرخش مارپیچ اکسترودر نیز مورد بررسی قرار گرفتند.

5. *Leguminosease*

2- مواد و روش ها

آرد کامل سویا از شرکت پروتئینی توس سویا (مشهد)، آرد نول از شرکت آرد رضوی (مشهد)، لوازم بسته بندی و سایر لوازم از بازار خریداری شدند. برای تعیین ترکیب شیمیایی از مواد و محلول های شرکت مرک آلمان استفاده شد.

2-1- ویژگی های شیمیایی آردها

ترکیب شیمیایی آرد نول و آرد کامل سویا شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین، فیبر و چربی بر اساس روش های استاندارد اندازه گیری شد[23].

2-2- آماده سازی تیمارها

آماده سازی تیمارها به مقدار رطوبت آرد نول و آرد کامل سویا، میزان جایگزینی آرد کامل سویا، رطوبت نهایی خمیر و وزن آن بستگی دارد. بنابراین، با توجه به جدول 1 و روش مصوب، مقادیر مناسب از آرد نول، آرد کامل سویا و آب برای تهیه خمیر با وزن 8 کیلوگرم محاسبه و توزین شد [23].

2-3- تولید اسپاگتی

از آنجایی که یکی از اهداف مهم این پژوهش، بررسی شرایط اکستروژن شامل دمای آب سیرکولاسیون در دامنه 35 تا 70 درجه سانتی گراد و سرعت چرخش مارپیچ اکسترودر بین 10 تا 40 دور بر دقیقه بر ویژگی های پخت اسپاگتی بود. بنابراین، ابتدا یک دستگاه اسپاگتی ساز آزمایشگاهی در مرکز پژوهشی فناوری های نوین دانشگاه فردوسی (مشهد، ایران) طراحی و ساخته شد. این دستگاه خمیرگیری دوقلو با طول، عرض و ارتفاع به ترتیب40 ،20 و 30 سانتیمتر و با ظرفیت 5 تا 15 کیلوگرم دارد؛ مارپیچ اکسترودر آن به طول 40 سانتیمتر در داخل سیلندر دو جداره با قطر داخلی، 3/5 سانتیمتر قرار دارد؛ اندازه بخش سردکن، معادل 30 درصد طول سیلندر است؛ خوراک دهی به اکسترودر در دامنه صفر تا 26 کیلوگرم در ساعت قابل تنظیم می باشد؛ دستگاه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

دارای شاسی چرخدار با ارتفاع 120 سانتیمتر، مخزن آب سیرکولاسیون و قالبی به قطر 20 سانتیمتر با سوراخهایی متناسب با اسپاگتی معمولی (1/8 میلیمتر) است؛ همچنین سرعت مارپیچ، فشار و دمای اکسترودر قابل نمایش و تنظیم است. در اولین مرحله تولید، مقادیر توزین شده آرد نول، آرد کامل سویا و آب مقطر (با دمای 40 درجه سانتی گراد) در خمیرگیر دستگاه با سرعت 70 دور بر دقیقه و طی 10 دقیقه مخلوط شدند. پس از اتمام عمل اختلاط، در سیستم خلاء به مقدار 0/7 تا 0/8 اتمسفر ایجاد می شد تا حباب های هوا در حین مرحله اکستروژن خارج شود. خمیر پس از اکسترودر و با گذشتن از قالب به صورت رشته خارج می شد. مرحله بعدی خشک کردن این رشته ها در دمای حدود 50 درجه سانتی گراد به مدت 20 ساعت بود؛ به طوری که رطوبت نسبی خشک کن به تدریج از 95 به 65 درصد کاهش می یافت. پس از سرد شدن، اسپاگتی ها در کیسه های پلی پروپیلینی بسته بندی می شدند. ارزیابی نمونه ها پس از گذشت حداقل 10 روز از تولید آنها و تثبیت بافت و رطوبت، شروع می شد.

2-2-4- ویژگی های پخت اسپاگتی

زمان پخت نمونه ها با استفاده از روش مصوب استاندارد تعیین شد. بدین منظور به یک بشر 500 میلی لیتری، 300 میلی لیتر آب مقطر اضافه شد، سپس بشر را روی شعله گاز قرار داده تا بجوش آید، در مرحله بعدی 25 گرم اسپاگتی که به اندازه حدود 5 سانتی متری شکسته شده بود به آن اضافه شد. 2 دقیقه قبل از زمان پخت تقریبی و هر 30 ثانیه یکبار، یک تکه از اسپاگتی خارج و بین دو صفحه شیشه ای فشرده می شد، تا زمانی که هیچ اثری از مغز سفید وسط اسپاگتی باقی نماند، در این صورت اسپاگتی به طور کامل پخته است. برای پخت اضافی، اسپاگتی به مدت 10 دقیقه بیشتر پخته شد [23].

برای تعیین افت پخت نمونه ها مانند قسمت قبل مقدار معینی اسپاگتی را درون آب ریخته و پس از رسیدن به زمان پخت تعیین شده، محتویات بشر روی قیف بوخنر به مدت یک دقیقه آبکش می شود؛ سپس اسپاگتی با 50 میلی لیتر آب مقطر و طی مدت 30 ثانیه شستشو می شود. آب حاصل از پخت و شستشو بوسیله بشر 500 میلی لیتر که پیشتر توزین به آون با دمای 1±100 سانتی گراد منتقل می شد تا طی 20 ساعت خشک شده و به وزن ثابت برسد. مرحله آخر سرد کردن بشر در دسیکاتور و توزین آن بود. مقدار افت پخت چهار برابر افزایش وزن بشر پس از خشک کردن است [23].

برای تعیین وزن پخت، مانند قبل مقدار معینی اسپاگتی را درون آب ریخته و پس از طی زمان تعیین شده برای پخت، محتویات بشر بوسیله قیف بوخنر و به مدت یک دقیقه آبکش می شود؛ سپس اسپاگتی به ظرفی که پیشتر توزین شده بود، منتقل می شد و وزن پخت برای صد گرم اسپاگتی خشک تعیین می شد.

2-2-5- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش بمنظور بهینه سازی فرآیند تولید اسپاگتی غنی شده با آرد کامل سویا از طرح مخلوط رئوس انتهایی[6] برای سه جزء فرمول شامل آرد نول(F)، آرد کامل سویا(S) و رطوبت(W) با حدود مشخص بالاو پایین(جدول 1) و یک طرح فاکتوریل کامل 2^2 برای دو جزء فرآیند شامل سرعت چرخش مارپیچ اکسترودر (R) و درجه حرارت آب سیرکولاسیون (T) استفاده شد. ترکیب چندگانه ای از 9 مخلوط از طرح رئوس انتهایی و چهارآزمایش فاکتوریل منجر به یک طرح آزمایشی عمومی با 36 تیمار می شود. این 9 مخلوط ناحیه مطلوبی را برای بررسی پیوسته اثرات مواد اولیه بر کیفیت اسپاگتی بوجود می آورند؛ همچنین طرح فاکتوریل اثر دو متغییر فرآیند را بر کیفیت اسپاگتی توصیف می کند. برای طراحی آزمایش و آنالیز نتایج از نرم افزار مینی تب[7] (نسخه،14/2)، استفاده شد. بدین منظور معادلات ریاضی درجه سوم ویژه[8] از گروه چند جمله ای های شف[9] با استفاده از آنالیز رگرسیون گام به گام پیش رونده[10] بر روی متغیرهای وابسته برازش شدند. برای نشان دادن رابطه هر یک از متغیر های وابسته در مدل رگرسیون با متغیر های مستقل، نمودارهای کانتور مخلوط[11] آنها بوسیله این نرم افزار ترسیم شدند. به منظور ارزیابی صحت مدل های برازش داده شده مقادیر R^2، R^2 تصحیح شده مدل و P ضرایب تعیین شدند.

6. Extreme vertices mixture design
7. Minitab
8. Special cubic equation
9. Scheff`s polynomial
10. Forward multiple stepwise regression
11. Mixture Contour Plot

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

جدول1 متغییرهای فرمول و فرآیند و سطوح آنها[a]

سطح	فرمول			فرآیند	
	F (g/100g)	S (g/100g)	W (g/100g)	T (c)	R (min^{-1})
پایین	42	0	31	35	10
بالا	69	27	35	70	40

[a] آرد نول(F)، آرد کامل سویا(S)، آب(W)، دمای آب سیرکوله(T)، سرعت مارپیچ اکسترودر(R).

جدول 2 درصد ترکیبات شیمیایی در آردها و مخلوط آنها بر اساس جایگزینی آرد کامل سویا[a] .

آرد کامل سویا	رطوبت	پروتئین	چربی	فیبر	خاکستر
b_0	13/1	8/3	0/9	0/3	0/5
9/2	12/8	10/5	2/9	1/1	0/7
9/5	12/6	11/2	2/6	1/2	0/7
18/7	12/0	13/5	4/7	1/7	0/8
26/9	11/2	16/0	6/0	2/6	1/0
29	10/9	17/3	5/8	2/9	1/2
35/3	10/7	16/7	8/8	3/3	1/9
39/1	10/6	18/6	8/3	3/6	2/0
100	5/0	37/7	18/0	14/0	5/0

[a]: جایگزینی بر اساس درصد آن در وزن خشک، اعداد میانگین سه تکرار.

[b]: آرد نول

جدول 4 مدل های پیشگو برای ویژگی های پخت تیمارهای اسپاگتی بر اساس متغییرهای فرمول[a] و فرآیند[b] .

ویژگی	مدل پیشگو	R^2	R^2(Adj)
زمان پخت	= 0/2414 F - 0/1199 S + 0/0712 W	0/916	0/911
افت پخت معمولی	= 0/0051 F + 0/1312 S + 0/1421 W + 0/0062 WT*	0/856	0/843
افت پخت اضافی	= 0/079 F - 0/069 S + 0/0014 W + 0/0105 SW* + 0/0064 SWT*** - 0/0064 FRT***	0/964	0/958
وزن پخت معمولی	= 2/3955 F - 0/1739 S + 3/947 W + 0/0002 FSWR*	0/868	0/856
وزن پخت اضافی	= 2/2836 F + 6/9659 S + 5/9336 W - 0/2322 SW*	0/892	0/882

[a] آرد نول(F)، آرد کامل سویا(S)، آب(W).

[b] دمای آب سیرکوله(T)، سرعت مارپیچ اکسترودر(R).

[c] سه ستاره($p\leq0/001$)، دو ستاره ($p\leq0/01$)، یک ستاره ($P\leq0/05$)، بدون ستاره (اجزاء اصلی فرمول).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

جدول 3 مقدار ویژگی های پخت تیمارهای اسپاگتی[a] .

تیمار	زمان پخت (دقیقه)	افت پخت(%)		وزن پخت(گرم)	
		معمولی	اضافه	معمولی	اضافه
1	16/42	4/92	4/95	297/24	376/00
2	17/25	4/34	5/56	274/88	351/61
3	17/17	5/54	6/29	278/68	325/40
4	16/67	5/77	6/38	280/20	322/42
5	15/34	6/14	7/54	259/40	319/36
6	12/25	7/24	8/52	249/17	296/56
7	11/50	7/76	9/09	290/65	286/44
8	10/67	8/01	10/70	230/68	277/16
9	8/75	9/00	11/32	219/60	266/02
10	16/92	5/26	5/82	299/52	345/28
11	18/58	4/98	5/88	284/02	338/64
12	16/50	5/72	6/66	271/40	325/74
13	15/50	6/04	6/92	288/56	331/90
14	14/84	6/44	8/08	256/74	304/78
15	12/50	6/80	8/76	240/98	306/70
16	11/58	7/00	9/22	240/26	285/36
17	10/58	7/28	9/22	228/96	279/66
18	9/67	7/56	10/32	223/94	280/70
19	19/00	4/84	4/34	295/88	382/12
20	19/84	4/58	4/56	284/70	344/14
21	17/25	5/22	6/16	272/62	316/06
22	15/08	5/36	6/20	255/44	315/04
23	13/42	6/44	7/08	252/26	299/34
24	13/17	7/16	8/38	250/46	302/26
25	11/92	8/06	9/00	239/64	297/48
26	9/92	8/50	9/32	225/68	276/18
27	8/50	8/60	9/26	218/44	269/78
28	17/50	5/34	5/68	293/70	346/08
29	18/75	5/54	6/00	285/56	338/54
30	18/50	6/10	7/12	284/74	347/96
31	17/67	6/72	7/22	276/98	317/18
32	14/17	7/34	7/82	255/56	307/54
33	10/50	7/26	9/54	240/02	294/16
34	9/97	7/52	10/82	232/40	293/90
35	8/42	8/66	11/22	214/42	277/12
36	8/25	8/30	10/56	217/52	279/46
Lsd[b]	1/778	0/8682	0/6741	16/99	17/05

[a]: اعداد میانگین سه تکرار؛ [b] برای مقایسه میانگین های یک ویژگی در هر ستون در سطح 5%.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

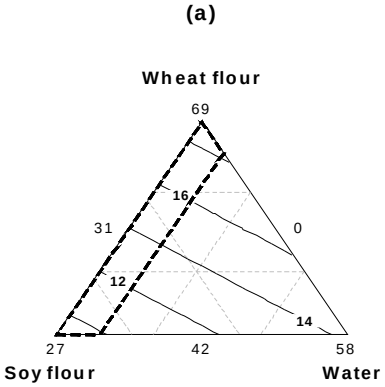
3- نتایج و بحث

3-1- ویژگی های شیمیایی آردها

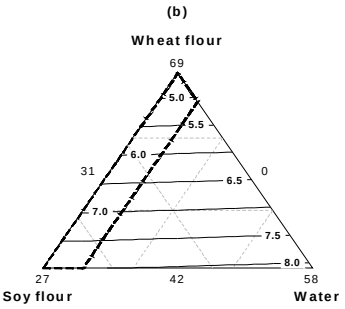
جدول 2، مقدار ترکیبات شیمیایی آرد نـول، آرد کامـل سویا و مخلوط های مـورد اسـتفاده در ایـن پـژوهش را نشان می دهد. همانطوری که ملاحظـه مـی شـود مقـدار پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر در آرد کامل سویا بیش از آرد نول است. بنابر این همگام با افـزودن آن بـه فرمـول مقدار این ترکیبات در مخلوط ها و اسپاگتی افزایش مـی یابد. پژوهش های پیشین نیز نشان داده اند که افزودن آرد سویای بدون چربی موجب افزایش مقدار پروتئین، فیبـر، خاکستر، اسید آمینه لیـزین و ترئـونین و کـاهش مقـدار چربی در فراورده خمیری شده است [11 و 17].

3-2- ویژگی های پخت اسپاگتی

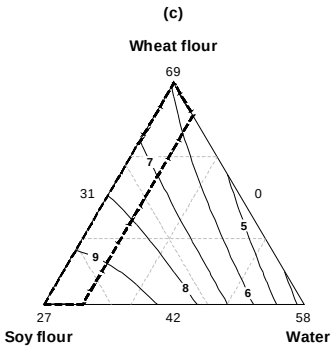
جدول3، تغییر ویژگی های پخت شامل زمـان پخـت، افت پخت و وزن پخت تیمارهـای مختلـف اسـپاگتی را پس از پخت معمولی و اضافه نشان می دهد. شـکل (a-1e)، روند تغییر این شاخص هـا را بـا توجـه بـه اجـزاء فرمول و به صورت نمودار کانتور مخلوط نشان می دهد. جدول 4، معادلات مناسب برای پیشگویی ایـن شـاخص ها را نشان می دهد.



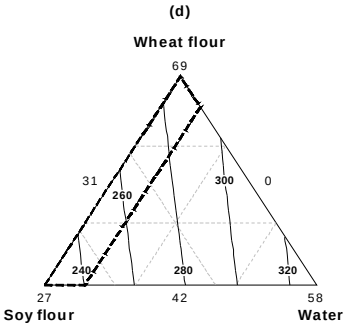
شکل 1 (a)، زمان پخت.



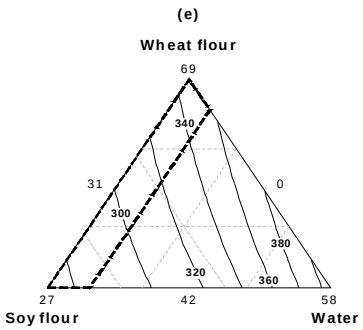
شکل 1 (b)، افت در پخت معمولی.



شکل 1 (c)، افت در پخت اضافه.



شکل 1 (d)، وزن در پخت معمولی.



شکل 1 (e)، وزن در پخت اضافه.

شکل 1 نمودار کانتور مخلوط مربوط به تغییرات زمان، در نقطه بهینه فرایند (سرعت چرخش مارپیچ 40 دور بر دقیقه و دمای آب سیرکولاسیون 35 درجه سانتی گراد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که همگام با افزایش آرد کامل سویا، زمان پخت تیمارها کاهش می یابد (شکل1a)، به طوری که مقدار آن از 19/84 دقیقه در اسپاگتی معمولی به 8/42 دقیقه در اسپاگتی حاوی 27 درصد آرد کامل سویا کاهش می یابد. البته تغییر معنی داری ($P\leq 0/05$) در زمان پخت تا سطح جایگزینی 12/5 درصد آرد کامل سویا، مشاهده نشد (جدول3).

بررسی تغییرات زمان پخت در تیمارهای اسپاگتی نشان می دهد که اجزاء فرمول به صورت معادله درجه اول ($p\leq 0/001$) بر این شاخص ها مؤثر هستند (جدول 4).

نتایج این پژوهش با یافته های گذشته که نشان داده اند زمان پخت اسپاگتی معمولی بیش از اسپاگتی حاوی آرد بدون چربی سویا [11]، آرد لوبیا سفید [4]، سبوس [6] و فیبر نخود فرنگی [8] است، مطابق است، زیرا منافذ و گسستگی هایی که در شبکه گلوتنی در اثر حضور این مواد حاصل می شود، موجب تسهیل جذب آب و کاهش زمان پخت می شود.

بررسی تغییرات افت پخت در این پژوهش نشان داد که همگام با افزایش آرد کامل سویا در فرمول، افت پس از پخت معمولی افزایش می یابد (شکل1b)، به طوری که مقدار آن از حدود 4% در اسپاگتی معمولی به 9% در اسپاگتی با فرمول حاوی 27 درصد آرد کامل سویا تغییر می کند. البته تغییر معنی داری ($P\leq 0/05$) در آن تا سطح جایگزینی 5/ 12 درصد ،مشاهده نشد (جدول3). اجزاء فرمولاسیون به صورت معادله درجه اول ($p\leq 0/001$) بر این شاخص مؤثر هستند. همچنین اثر متقابل بین مقدار آب فرمول و درجه حرارت آب سیرکولاسیون، موجب افزایش افت پس از پخت معمولی بر اساس معادله درجه اول ($P\leq 0/05$) می شود (جدول4). همچنین افزودن آرد کامل سویا، موجب افزایش معنی دار ($P\leq 0/05$) مقدار افت پس از پخت اضافه از حدود 4/5 تا 11% شده است (جدول3). به طوری که بررسی تغییرات آن نشان می دهد که اجزاء فرمولاسیون به صورت معادله درجه دوم ($P\leq 0/05$) بر این شاخص مؤثر هستند. همچنین اثر متقابل بین مقدار آب فرمول، آرد کامل سویا و درجه حرارت آب سیرکولاسیون باعث افزایش این شاخص بر اساس معادله درجه دوم ($p\leq 0/001$) می شود. اما اثر متقابل بین آرد نول، درجه حرارت و سرعت چرخش مارپیچ اکسترودر از طریق معادله درجه اول ($p\leq 0/001$) آن را کاهش می دهد (جدول4). نتایج این پژوهش مؤید مطالعات قبلی است. پژوهش [2]، اثبات کرد که مقدار متوسط افت پخت در نمونه های حاوی باقلا مصری[12] نسبت به شاهد افزایش می یابد، زیرا افزودن پروتئین های غیر گلوتنی موجب تضعیف شبکه گلوتنی و ساختار کلی اسپاگتی می شود و این زمینه خروج مواد جامد از اسپاگتی و ورود آنها به آب را فراهم می آورد. از سوی دیگر پژوهش ها نشان داده اند که افت پخت برای اسپاگتی حاصل از آرد کامل در زمان پخت بهینه و پخت اضافه بیش از شاهد بود، زیرا ذرات سبوس و جوانه موجب ازهم گسستگی شبکه پروتئینی می شوند، همچنین خود این ذرات دارای مواد محلول در آب هستند. وجود این ذرات و تسهیل جذب آب نشاسته موجب شکستن آن و خروج بیشتر آمیلوز از گرانول ها و ورود آن به آب می شود [24]. در مورد تاثیر شرایط فرآیند نیز مشخص شده است که با افزایش دمای اکسترودر از 35 تا 70 درجه سانتی گراد، افت پخت تا 25 درصد افزایش می یابد [22]. همچنین درجه حرارت های بالاتر از 55 درجه سانتی گراد موجب دناتوره شدن گلوتن و تخریب کیفیت اسپاگتی می شود [25] و در این راستا پشنهاد شده است که برای کاهش افت پخت باید درجه حرارت سیلندر بین 45 تا 50 تنظیم شود [26].

افزودن آرد کامل سویا موجب کاهش معنی دار ($P\leq 0/05$) وزن پس از پخت معمولی در سطوح جایگزینی بالاتر از 12/5 درصد شد. به طوری که مقدار آن از حدود 300 گرم در اسپاگتی معمولی به 220 گرم در اسپاگتی با فرمول حاوی 27 درصد آرد کامل سویا تغییر کرد (جدول3). اجزاء فرمولاسیون به صورت معادله درجه اول ($p\leq 0/001$) بر این شاخص مؤثر هستند، همچنین اثر متقابل بین اجزاء فرمول و سرعت چرخش مارپیچ اکسترودر بر افزایش وزن از معادله درجه سوم ویژه ($P\leq 0/05$) تبعیت می کند (جدول4). از سوی دیگر، کاهش معنی داری ($P\leq 0/05$) در وزن پس از

12. Lupin

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

پخت اضافه تیمارها، بـه دلیـل افـزودن آرد کامـل سـویا مشاهده up شد، به طوری که،مقدار آن از حدود 380 به 270 گرم تغییر کرده اسـت (جـدول3). همچنـین اجـزاء فرمولاسیون به صورت معادله درجه دوم ($P\leq 0/05$) بر این شاخص مؤثر بودند (جدول4).

نتایج ارزیابی وزن پخت در اسپاگتی حاوی آرد کامـل سویا در راستای مطالعات پیشین نیست. به طوری نـشان داده شده است که جایگزینی آرد بـاقلا مـصری موجـب افزایش حجم و وزن ماکارونی می شود [27]. همچنین با افزایش مقدار سبوس، وزن پخت افزایش می یابـد [24]. به نظر می رسد که چربیهای آرد کامل سویا علت کاهش وزن پخـــت باشـــند، زیـــرا چربیهـــای غیـــر قطبـــی و منوگالاکتوزیل دی گلیسرید باعث افزایش انـدک جـذب آب و فسفولیپیدها و دی گالاکتوزیل دی گلیسرید باعث کاهش این ویژگیهـا در اسـپاگتی شـدند [28]. از سـوی دیگر، گزارش شده است که وزن پخت اسپاگتی معمولی با افزایش درجه حرارت سیلندر، افزایش می یابـد [22 و 26]، اتفاقی که در این پژوهش مشاهده نشد، شاید به این دلیل که حرارت موجب از هم پاشیدگی بیشتر بافـت در خمیر غیر هموژن حاصل اخـتلاط آرد نـول و آرد کامـل سویا می شود.

4-نتیجه گیری

به طور کلی، بررسی ویژگی های پخت اسپاگتی غنی شده با آرد کامل سویا نشان داد که این افزودنی موجب کاهش معنی دار ($P\leq 0/05$) زمان پخت و وزن پخت، شده است. این در حالی است که افت پخت با افزایش معنی داری همراه بودند. درجه حرارت آب سیرکولاسیون و سرعت چرخش اکسترودر به تنهایی هیچ تاثیر معنی داری بر ویژگی های پخت نداشتند، اما برهمکنش بین آنها و اجزاء فرمولاسیون موجب بهبود صفات مورد بررسی شد. از سوی دیگر، اثر متقابل بین اجزاء فرمولاسیون و درجه حرارت آب سیرکولاسیون دارای تاثیر منفی بر مقدار افت پخت تیمارها بود. بررسی آماری نتایج با استفاده از طرح مخلوط نشان داد که بهترین اسپاگتی زمانی تولید می شود که فرمول حاوی 24/3 درصد آرد کامل سویا، 44/7 درصد آرد نول و31 درصد آب در اکسترودر با سرعت چرخش مارپیچ 25 دور بر دقیقه و دمای آب سیرکولاسیون 52/5 درجه سانتی گراد، فراوری شود. اسپاگتی در این شرایط دارای زمان پخت10/1 دقیقه، افت پخت معمولی7/8% افت پخت اضافه9/8%، وزن پخت معمولی225/2 گرم، وزن پخت اضافه280/3 گرم خواهد بود.

5- منابع

[1] Malcolmson, L.J., Matsuo, R. R, and Balshaw, R. 1993. Textural optimization of spaghetti using response surface methodology: Effects of drying temperature and durum protein level, Cereal Chemistry. 70 (4):417–423.

[2] Rayas, P. D., Mock, C. M. and Satterlee, D. L. 1996. Quality of spaghetti containing Buckwheat, Amaranth, and Lupin flours. Cereal Chem. 73(3): 381-387.

[3] Bergman, C. J., Gualberto, D. G., and Weber, C.V. 1994. Development of a High-Temperature-Dried Soft Wheat Pasta Supplemented with Cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp). I. Cooking Quality, Color, and Sensory Evaluation. Cereal Chem. 71: 523-527.

[4] Eftekharfasai, L. 1381. The effect of pea bean on the physicochemical and sensory characteristics of macaroni. Shahid Beheshti University. Thesis of Master of Science.

[5] Yue, P., Rayas-Duarte, P., and Elias, E. 1999. Effect of drying temperature on physiochemical properties of starch isolated from pasta, Cereal Chemistry 76: 541–547.

[6] Manthey, F. A., and Schorno, A. L. 2002. Physical and cooking quality of spaghetti made from whole wheat durum. Cereal Chem. 79(4): 504-510.

[7] Marconi, E., Graziano, M., and Cubadda, R. 2000. Composition and Utilization of Barley Pearling By-Products for Making Functional Pastas Rich in Dietary Fiber and beta-Glucans. Cereal Chem. 77(2): 133-139.

[8] Edwards, N. M., Biliaderis, C. G., and Dexter, J. E. 1995. Textural characteristic of wholewheat pasta and pasta containing non-starch

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

polysaccharides. J. Food Sci. 60: 1321-1324.

[9] Charles, S., Carmen, M. 2004. Tudorica. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. Food Chemistry. 86(2): 189-193.

[10] Mazaheri, T. M., Razavi, M. 1372. Soy food products. Jahad daneshgahi press. 168 pp.

[11] Mohamadian, Z. 1368. Enrichment of macaroni with soy flour. Shahid Beheshti University. Thesis of Master of Science.

[12] Siegel, A., Bhumiratana, A., Lineback, D. R. 1975.Development, acceptability, and nutritional evaluation of high protein soy supplemented rice noodles for Thia children. Cereal Chem. 52: 801-811.

[13] Molina, M. R., Mayorga, I. and Bressani. R. 1982. Productions of high protein quality pasta produce using semolina-corn- soy flour mixture. III. Effect of cooking on the protein nutritive value of pasta. Cereal Cemistry. 59: 34-37.

[14] Buck, J. S. Walker, C. E. Watson, K. S. 1987. Incorporation of corn gluten mealand soy into various cereal-based foods and resulting product functional, sensory, and protein quality. Cereal Chem. 64: 264-269.

[15] Taha, S. A., Kovacs, Z., Sagi, F. 1992. Evaluation of economical pasta products prepared from durum semolina, yellow corn flour and soy flour mixtures, II. Cooking behavior, firmness and organoleptic properties. Acta Alimentaria, 21: 163-170.

[16] Collins, J. L., Pangloli, P. 1997. Chemical physical and sensory attributes of noodles with added sweetpotato and soy flour. J. Food Sci. 62: 622-625.

[17] Shogren, R. L., Hareland, G. A., & Wu, Y. V. (2006). Sensory evaluation and composition of spaghetti fortified with soy flour. Journal of Food Science, 71(6): 428-432.

[18] Breen, M. D., Banasik, O. J., & Walsh, D. E. (1977) Use of variation protein sources in pasta. Macaroni Journal, 58: 26-34.

[20] Limroongreungrat, K., & Huang, Y. W. (2007) Pasta products made from sweet potato fortified with soy protein. LWT-Food Science Technology, 40: 200–206.

[21] García, J. L., and Corzo, N. 2004. Maltulose and furosine as indicators of quality of pasta products. Food Chem. 88(1): 35-38.

[22] Icard, C., Feillet, P. 1999. Effects of mixing condition on pasta dough development and biochemical changes. Cereal Chem.76 (4): 558-565.

[23] Abecassis, J., Abbou, R., and Chaurand, M. H. 1994. Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature, and pressure in the extruder and on pasta quality. Cereal Chem. 71(3): 247-253.

[24] American Association of Cereal Chemists. 1995. Approved methode of AACC, 9th ed.

[25] Kordoxowy, R. K., and Youngs, V. L. 1985. Utilization of durum bran and it's effect spaghetti. Cereal Chem. 62(4): 301-308.

Milatovic, L. J., and Mondelli, G. 1991. Processes and unit operations in industrial pasta manufacturing. P: 69-95 in: Pasta Technology Today. Chiriotti-Pinerolo: Italy.

[26] Debbouz, A., and Doetkott, C. 1996. Effect of process variables on spaghetti quality. Cereal Chem. 73(6): 672-676.

[27] Morad, M., El-Magoli, B., Afifi, S. 1980. Macaroni supplemented with lupin and defatted soybean flours. J. Food Sci. 45: 404-405.

[28] Lin, M. J. Y., Youngs, V. L., and D'Appolonia, B. L. 1974. Hard red spring and durum wheat polar lipid. I. Isolation and quantitive determination. Cereal Chem. 51: 17-33.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

Optimization of the formulation and Extrusion conditions in spaghetti enriched with whole soy flour using mixture design method

Nasehi, B. [1*], Mortazavi, S. A. [2], Razavi, S. M. A. [3], Mazaheri Tehrani, M. [4]

1-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ramin university
2- Professor, Department of Food Science and Technology, Mashhad university
3- Assoc. Prof, Department of Food Science and Technology, Mashhad university
4- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Mashhad university
(Received:87/5/18 Accepted:87/12/11)

The influence of whole soy flour 0-27%, water content 31-35% and different extrusion condition on the cooking quality of spaghetti in order to production of functional pasta, were evaluated. Process was performed with screw speed of 10-40 rpm and water circulating temperature of 35-70 °C. The results showed that adding whole soy flour caused significant ($P \leq 0.05$) decrease in cooking time, cooking weight characteristic. However, cooking loss of spaghetti increased significantly ($P \leq 0.05$), when whole soy flour increased in formulation. Temperature and screw speed of extruder had no significant effect alone on the cooking attributes. But, Interaction between water temperature, screw speed and components also had a slight synergistic effect on the characteristics. Also, interaction between components and water temperature has negative effect on the cooking loss. Data analysis using mixture design showed that the cooking characteristics of spaghetti were optimized when 44.7 % wheat flour, 24.3 % whole soy flour and 31% water content at screw speed of 25 rpm and temperature of 52.5^{o}C were applied.

Keywords: Functional spaghetti, Cooking characteristics; Enrichment, Processing variables.

*Corresponding Author E-mail address: b_nasehi@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]