



UO'K: 633.34

SOYANING FUNKSIONAL MAHSULOTLARINI ANTIOKSIDANT FAOLLIK KO'RSATKICHLARI

Ishniyazova Shaxista Ashurovna 

Samarqand davlat veterinariya medesinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti, dotsent, kimyo fanlari nomzodi

e-mail: ishniyazova04@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda fermentativ gidroliz sharoitida Ilhom-6 va Fora soya navlari urug'larida antioksidant faollik ko'rsatkichlari qiyosiy tahlil qilindi. Tadqiqotda DPPH va FRAP ko'rsatkichlari hamda ularning aglikon ulushi bilan bog'lanishi baholandi. Natijalarga ko'ra, Ilhom-6 navida 1,0 % ferment va 60 daqiqa sharoitida DPPH 71,5 %, FRAP 9,4 mkmol Fe²⁺/g ga yetdi. Fora navida ham o'xshash tendensiya kuzatildi, biroq barcha ko'rsatkichlar pastroq bo'ldi. Regression tahlil aglikon ulushi va DPPH o'rtasida kuchli bog'lanish mavjudligini tasdiqladi ($R^2 = 0,939$).

Kalit so'zlar: soya, fermentativ gidroliz, antioksidant faollik, DPPH, FRAP, aglikon.

Abstract. This study presents a comparative analysis of antioxidant activity in soybean seeds of Ilhom-6 and Fora varieties under enzymatic hydrolysis conditions. DPPH and FRAP values and their relationship with aglycone content were evaluated. The results showed that at 1.0% enzyme concentration and 60 minutes, Ilhom-6 reached 71.5% DPPH and 9.4 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ FRAP. Similar trends were observed in Fora, although at lower levels. Regression analysis revealed a strong correlation between aglycone content and DPPH ($R^2 = 0.939$).

Keywords: soybean, enzymatic hydrolysis, antioxidant activity, DPPH, FRAP, aglycones

Аннотация. В данном исследовании проведён сравнительный анализ антиоксидантной активности семян сои сортов Илхом-6 и Форa в условиях ферментативного гидролиза. Оценены показатели DPPH и FRAP, а также их взаимосвязь с долей агликонов. Установлено, что при 1,0 % фермента и 60 мин у сорта Илхом-6 значения DPPH достигли 71,5 %, FRAP - 9,4 мкмоль Fe²⁺/г. У сорта Форa наблюдалась аналогичная динамика, но показатели были ниже. Регрессионный анализ подтвердил сильную зависимость между агликоновой долей и DPPH ($R^2 = 0,939$).



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIK KARANTINI

Ключевые слова: соя, ферментативный гидролиз, антиоксидантная активность, DPPH, FRAP, агликаны

KIRISH

Soya urug'i tarkibidagi biologik faol moddalar va ularning antioksidant salohiyati zamonaviy oziq-ovqat biotexnologiyasida muhim o'rin tutadi. Ayniqsa, soya tarkibidagi izoflavonlar, fenol birikmalari va ularning fermentativ yoki boshqa texnologik ishlovlar natijasida o'zgaruvchan shakllari funksional mahsulotlar yaratishda asosiy ilmiy qiziqish ob'ektlaridan biri hisoblanadi. Chunki ushbu birikmalarning antioksidant faolligi organizmda erkin radikallar ta'sirini pasaytirish, oksidlovchi stressni susaytirish va hujayra darajasida muhofaza ta'sirini namoyon qilish bilan bog'liq.

Messina (2016) soya mahsulotlarining fiziologik qiymatini tahlil qilib, ularning salomatlik uchun ahamiyati faqat umumiy kimyoviy tarkib bilan emas, balki tarkibidagi izoflavonlar, fitokimyoviy moddalar va antioksidant ta'sirga ega komponentlar bilan ham belgilanishini ta'kidlagan.

Setchell (2017), Yamauchi va hammualliflar (2010) fikricha, izoflavonlar biologik faolligini baholab, ularning aglikon shakllari glikozid shakllariga nisbatan organizm tomonidan tezroq o'zlashtirilishini va fiziologik jihatdan faolroq ta'sir ko'rsatishini qayd etgan.

Kim va hammualliflar (2018) soya va soya mahsulotlarida bioaktiv birikmalarning o'zgarishini o'rganib, qayta ishlash jarayonlarida fenol moddalari va izoflavonlar tarkibining dinamik xarakterga ega ekanini aniqlaganlar. Ularning ta'kidlashicha, texnologik ishlov boshida ayrim bog'langan birikmalar erkinlashib, antioksidant faollik ortishiga olib keladi, ammo ortiqcha ishlov sharoitida bu birikmalar qisman degradatsiyaga uchrashi mumkin.

Zhang va hammualliflar (2021) soya tarkibidagi fenol birikmalari va izoflavonlarning antioksidant salohiyat shakllanishidagi rolini ko'rsatib, DPPH va FRAP kabi testlar ushbu birikmalarning funksional qiymatini ishonchli baholash imkonini berishini ta'kidlaganlar. Mualliflarning fikricha, DPPH erkin radikallarni neytrallash qobiliyatini, FRAP esa qaytaruvchanlik salohiyatini aks ettirib, birgalikda antioksidant faollikni kompleks tavsiflaydi.

Tang va hammualliflar (2003) soya oqsili va unga bog'liq bioaktiv komponentlarning texnologik ishlovlarga javob reaksiyasini tahlil qilib, fermentativ o'zgarishlar nafaqat oqsil strukturasi, balki fenol va izoflavon birikmalarining erkinlashishiga ham ta'sir qilishini qayd etganlar. Bu jihatdan fermentativ gidroliz jarayonini antioksidant faollik shakllanishi bilan bog'liq holda baholash muhim ahamiyat kasb etadi.

Sharma va hammualliflar (2014) soya asosidagi mahsulotlarda antioksidant xususiyatlar va bioaktiv birikmalar o'rtasidagi o'zaro bog'lanishni tahlil qilib, fenol moddalari miqdori ortishi FRAP kabi ko'rsatkichlarning oshishi bilan birga kechishini ko'rsatganlar.



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

MATERIALLAR VA USLUBLAR

Ushbu tadqiqotda Samarqand viloyati sharoitida yetishtirilgan Ilhom-6 va Fora soya navlari urug'larida antioksidant faollik ko'rsatkichlarini fermentativ gidroliz jarayoni ta'sirida qiyosiy baholash amalga oshirildi. Tadqiqotlar laboratoriya sharoitida standart usullar asosida o'tkazildi.

Antioksidant faollik quyidagi usullar orqali baholandi: DPPH usuli (%), (laboratoriyada erkin radikallarni neytrallash qobiliyatini baholash uchun ishlatiladigan barqaror sun'iy radikalni anglatadi). Qiymat qancha yuqori bo'lsa, antioksidant faollik shuncha kuchli hisoblandi. FRAP usuli (mkmol Fe^{2+} /g) (temir ionlarini qaytarish orqali antioksidant quvvatni baholash) bo'lib, bu usul orqali temir ionlarini ($Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$) qaytarish qobiliyati aniqlandi.

Fermentativ gidroliz jarayoni quyidagi rejimlarda amalga oshirildi: ferment konsentratsiyasi: 0; 0,5; 1,0; 1,5 %, ta'sir vaqti: 0; 30; 60; 90 daqiqa. Ushbu parametrlar gidroliz darajasi va antioksidant faollik ko'rsatkichlariga ta'sirini baholash imkonini berdi.

Aglikon ulushi va DPPH antioksidant faolligi o'rtasidagi bog'lanishni baholash maqsadida chiziqli regressiya modeli qo'llanildi:

$$y = 0,677x + 33,668$$

bu yerda: y - DPPH (%), x - aglikon ulushi (%).

Modelning ishonchliligi determinatsiya koeffitsienti orqali baholanib, $R^2 = 0,939$ ni tashkil qildi. Barcha natijalar variatsion statistika usullari asosida qayta ishlandi. O'rtacha qiymatlar va farqlar hisoblandi. Tadqiqot natijalari ishonchliligi 0,95 darajada baholandi.

NATIJALAR VA MUNOZARA

Fermentativ gidrolizning biologik faol moddalarga ta'sirini yanada chuqurroq baholash maqsadida antioksidant faollik ko'rsatkichlari tahlil qilindi (1-jadval).

Antioksidant faollik ko'rsatkichlari ham gidroliz jarayoniga kuchli bog'liq ekanligi aniqlandi. Ilhom-6 navida DPPH ko'rsatkichi 52,4 % dan 71,5 % gacha ko'tarilib, mutloq farq 19,1, nisbiy o'sish 36,4 % ni tashkil qildi. Keyingi rejimda esa 66,2 % gacha pasaydi, mutloq farq 5,3 bo'ldi. FRAP ko'rsatkichi bo'yicha ham xuddi shunday holat kuzatildi: 6,8 \rightarrow 9,4 mkmol gacha ko'tarilib, mutloq farq 2,6, nisbiy o'sish 38,2 % ni tashkil qildi. Fora navida ham antioksidant faollik oshdi: DPPH 49,8 % \rightarrow 68,9 %, mutloq farq 19,1, FRAP 6,3 \rightarrow 8,8, mutloq farq 2,5. Biroq Ilhom-6 bilan solishtirganda, barcha nuqtalarda qiymatlar biroz past saqlandi.

1-jadvallar natijalari aglikon ulushining ortishi antioksidant faollikning kuchayishi bilan bog'liq ekanini ko'rsatdi. Ushbu bog'lanishni aniqroq ifodalash, izoflavonlarning biologik faol shakli bilan antioksidant faollik o'rtasidagi munosabatni baholash maqsadida aglikon ulushi va DPPH ko'rsatkichi o'rtasida korrelyatsion-regression grafik tuzildi (1-rasm).



1-jadval

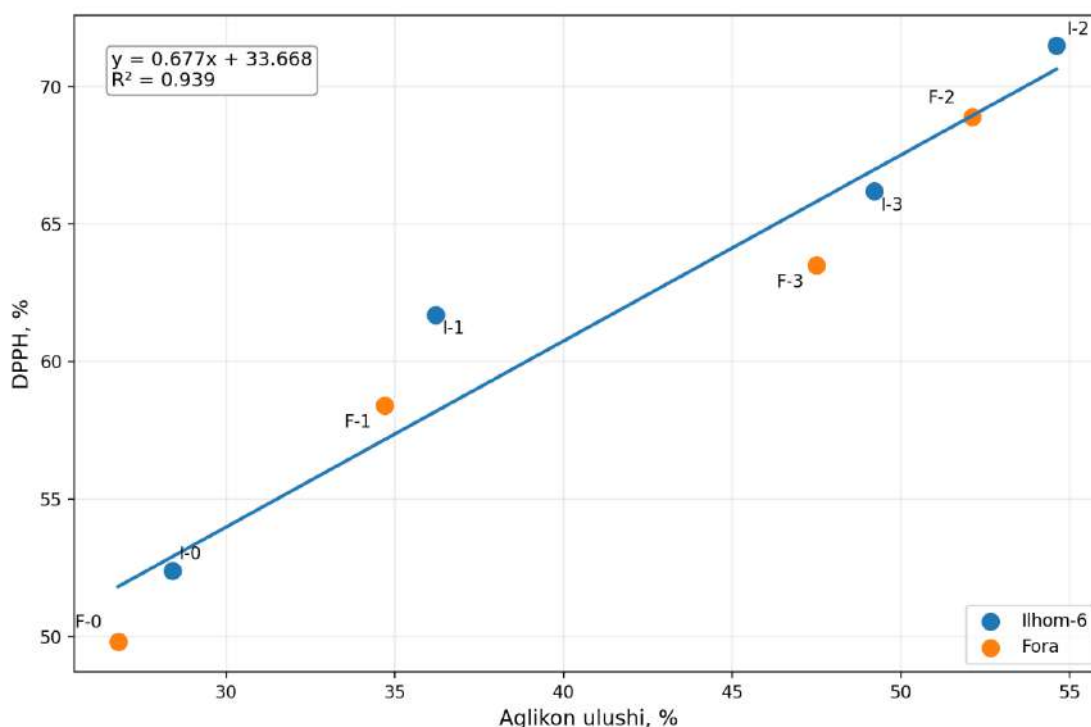
Fermentativ gidroliz sharoitida Ilhom-6 va Fora navlarida antioksidant faollik ko'rsatkichlari

Variantlar	Ferment, %	Vaqt, daq.	DPPH, %	FRAP, mkmol Fe ²⁺ /g
Ilhom-6	0	0	52,4	6,8
	0,5	30	61,7	7,9
	1,0	60	71,5	9,4
	1,5	90	66,2	8,7
Fora	0	0	49,8	6,3
	0,5	30	58,4	7,4
	1,0	60	68,9	8,8
	1,5	90	63,5	8,1

Izoh: Ferment, % - fermentativ gidroliz jarayonida qo'llanilgan ferment miqdori (xomashyo massasiga nisbatan, %).

DPPH, % - antioksidant faollik ko'rsatkichi bo'lib, erkin radikallarni neytrallash qobiliyatini ifodalaydi; qiymat yuqori bo'lgan sari antioksidant faollik kuchli bo'ladi.

FRAP, mkmol Fe²⁺/g - temir ionlarini (Fe³⁺ → Fe²⁺) qaytarish qobiliyatini ifodalovchi antioksidant faollik ko'rsatkichi; qiymat yuqori bo'lgan sari antioksidant salohiyat yuqori bo'ladi.



1-rasm. Aglikon ulushi va DPPH antioksidant faolligi o'rtasidagi korrelyatsion-regression bog'lanish



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

1-rasm ma'lumotlari aglikon ulushi bilan DPPH antioksidant faolligi o'rtasida kuchli musbat chiziqli bog'lanish mavjudligini ko'rsatdi. Regressiya tenglamasi $y = 0,677x + 33,668$ ko'rinishida ifodalaniib, determinatsiya koeffitsienti $R^2 = 0,939$ ni tashkil qildi. Bu DPPH o'zgarishining 93,9 % qismi aglikon ulushidagi o'zgarishlar bilan izohlanishini anglatadi. Demak, izoflavonlarning aglikon shaklga o'tishi antioksidant faollikni shakllantiruvchi asosiy mexanizmlardan biri hisoblanadi. Ilhom-6 navida aglikon ulushi 28,4 % bo'lganda DPPH 52,4 % ni tashkil etdi. Keyin aglikon ulushi 36,2 % ga yetganda DPPH 61,7 % gacha ko'tarilib, mutloq farq 9,3 ni, nisbiy o'sish 17,7 % ni tashkil qildi. Optimal nuqtada aglikon ulushi 54,6 %, DPPH esa 71,5 % bo'ldi. Nazorat bilan qiyoslaganda, mutloq farq 19,1, nisbiy o'sish 36,4 % bo'ldi. Keyingi rejimda aglikon ulushi 49,2 % gacha pasayishi bilan DPPH ham 66,2 % gacha tushdi, mutloq farq 5,3 ni tashkil qildi.

Fora navida ham shunga o'xshash qonuniyat kuzatildi. Aglikon ulushi 26,8 % dan 34,7 % gacha oshganda DPPH 49,8 % dan 58,4 % gacha ko'tarilib, mutloq farq 8,6 ni tashkil qildi. Optimal nuqtada aglikon ulushi 52,1 %, DPPH esa 68,9 % bo'ldi. Nazorat bilan qiyoslaganda mutloq farq 19,1, nisbiy o'sish 38,4 % ni tashkil qildi. Keyingi rejimda aglikon ulushi 47,5 % ga tushganda DPPH ham 63,5 % gacha pasaydi. Ilhom-6 va Fora o'rtasidagi qiyosiy tahlil shuni ko'rsatdiki, Ilhom-6 navida DPPH qiymatlari barcha nuqtalarda yuqoriroq saqlandi. Nazoratda mutloq farq 2,6, optimal nuqtada 2,6, yuqori gidrolizda 2,7 ni tashkil qildi. Bu Ilhom-6 navida aglikon shakllanishi bilan birga antioksidant aktivlik ham biroz kuchliroq namoyon bo'lganini ko'rsatadi.

XULOSALAR

1. Fermentativ gidroliz jarayonida antioksidant faollik ko'rsatkichlari qonuniyatli ravishda oshishi aniqlandi. Ilhom-6 navida DPPH 52,4 % dan 71,5 % gacha ko'tarilib, mutloq farq 19,1 va nisbiy o'sish 36,4 % ni tashkil qildi. Keyingi bosqichda 66,2 % gacha pasayish kuzatilib, bu ortiqcha gidrolizda biologik faol moddalar degradatsiyasi boshlanishini ko'rsatdi.

2. FRAP ko'rsatkichi ham DPPH bilan bir xil tendensiyada o'zgardi. Ilhom-6 navida 6,8 dan 9,4 mkmol Fe^{2+} /g gacha oshib, mutloq farq 2,6 va nisbiy o'sish 38,2 % ni tashkil qildi. Fora navida ham o'sish qayd etildi, biroq barcha hollarda qiymatlar pastroq bo'lib, navlararo farq mavjudligi tasdiqlandi.

3. Ilhom-6 va Fora navlarini qiyosiy tahlil qilish natijasida Ilhom-6 navida antioksidant faollik barcha variantlarda yuqoriroq ekani aniqlandi. Optimal sharoitda DPPH bo'yicha mutloq farq 2,6 ni tashkil qildi, bu ushbu navda biologik faol moddalar shakllanishi samaraliroq kechganini ko'rsatadi.

4. Korrelyatsion-regression tahlil natijalari aglikon ulushi va DPPH o'rtasida kuchli musbat bog'lanish mavjudligini ko'rsatdi ($R^2 = 0,939$). Regressiya tenglamasiga ko'ra, aglikon ulushi 1 birlikka oshganda DPPH taxminan 0,677 birlikka ko'tariladi. Bu izoflavonlarning aglikon shakli antioksidant faollikni shakllantiruvchi asosiy omil ekanini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi.

**ADABIYOTLAR**

1. Kim I.S., Lee S., Kim Y. ва бошқалар. Changes in bioactive compounds and antioxidant activity of soybean during processing. - *Journal of Food Science and Technology*, 2018, Vol. 55, No. 6. -P. 2142-2150.
2. Messina M. Soy and health update: Evaluation of the clinical and epidemiologic literature. - *Nutrients*, 2016, Vol. 8, No. 12. - Article 754.
3. Setchell K.D.R. Soy isoflavones-benefits and risks from nature's selective estrogen receptor modulators. - *Journal of the American College of Nutrition*, 2017, Vol. 36, No. 8. - P. 694-703.
4. Sharma S., Kaur M., Sandhu K.S. ва бошқалар. Effect of processing on nutritional and antioxidant properties of soybean products. - *Food Chemistry*, 2014, Vol. 164. - P. 102-108.
5. Tang C.H., Ten Z., Wang X.S. ва бошқалар. Physicochemical and functional properties of soy protein isolates as affected by processing conditions. - *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, Vol. 51, No. 18. - P. 5340-5346.
6. Yamauchi F., Yamagishi T., Iwabuchi S. ва бошқалар. Changes in soybean protein and isoflavone composition during processing. - *Food Chemistry*, 2010, Vol. 122, No. 1. - P. 120-126.
7. Zhang H., Wang Y., Zhang L. ва бошқалар. Effect of enzymatic treatment on antioxidant activity and phenolic compounds in soybean. - *Food Chemistry*, 2021, Vol. 343. - Article 128414.