



АПРОБАЦІЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ РОЗСИПНОГО КОМБІКОРМУ З РІДКОЮ ЖИРОВОЮ ДОБАВКОЮ

Деркач К.М., асп.*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Тел. (050) 425-35-33

Анотація - здійснено апробацію методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою з використанням інтерактивної сегментації та усереднюючого фільтра для обробки зображень на модельних сумішах.

Ключові слова - якість змішування, однорідність суміші, коефіцієнт неоднорідності суміші, комбікорм, жирова добавка.

Постановка проблеми. При оцінці якості змішування та коефіцієнта корисної дії змішувача основним критерієм є взаємний розподіл компонентів у суміші, що досягається після певної тривалості процесу змішування [1]. Для оцінки ступеня однорідності комбікормової продукції визначається коефіцієнт неоднорідності розподілу в мікроб'ємах суміші контрольного компонента, який вводиться в невеликих кількостях. Сьогодні досить поширеним є введення жирОВИХ добавок безпосередньо у корми тварин. У зв'язку з цим розробка нового методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою є актуальною.

Аналіз останніх досліджень. Перспективними для оцінки ступеня однорідності сумішей є методи з застосуванням цифрової обробки зображень [2, 3]. Раніше нами були проведені попередні дослідження [4, 5], направлені на розробку методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою з застосуванням цифрової обробки зображень. Проте дані дослідження потребують подальшого розвитку та апробації.

Формулювання мети статті. Здійснити апробацію методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою з застосуванням цифрової обробки зображень.

Основна частина. Метод оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирОВОЮ добавкою з застосуванням цифрової обробки зображень складається з забарвлення рідкої жирОВОї добавки у

© аспірант Деркач К.М.

* Науковий керівник - д. т. н., проф. Рогатинський Р.М.

колір, що відрізняється від кольору вихідних компонентів комбікорму, приготування еталонних проб комбікорму з відомою концентрацією забарвленої рідкої жирової добавки, що за кольором відрізняються від вихідного комбікорму без жирової добавки, розподілу еталонних проб на підложках і витримки їх під привантаженням, отримання цифрових зображень підложек, на яких витримані еталонні проби, цифрової обробки цих зображень у колірній моделі RGB з використанням усереднюючого фільтра, побудови градувальник залежностей концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в еталонних пробах від відносної яскравості, відбору аналізованих проб, розподілу, витримки аналізованих проб і отримання цифрових зображень підложек, на яких витримані аналізовані проби, аналогічно розподілу, витримці та отриманню цифрових зображень підложек, на яких витримані еталонні проби, цифрової обробки цих зображень з використанням інтерактивної сегментації та усереднюючого фільтра, визначення концентрацій забарвленої рідкої жирової добавки в аналізованих пробах за допомогою сегментованих зображень підложек і градувальник залежностей, і розрахунку коефіцієнта неоднорідності суміші за формулою

$$V_c = \frac{100}{c_{сеп}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - c_{сеп})^2}{n-1}}, \quad (1)$$

де V_c – коефіцієнт неоднорідності суміші, %;
 $c_{сеп}$ – рецептурна концентрація контрольного компонента, %;
 c_i – концентрація контрольного компонента в i -ій пробі, %;
 n – кількість аналізованих проб.
Відносну яскравість розраховували за формулою

$$\delta B = \frac{B_n}{B_\phi}, \quad (2)$$

де δB – відносна яскравість;
 B_n – яскравість зображення підложки, на якій була розподілена та витримана проба, ум. од.;
 B_ϕ – яскравість зображення еталонного фону, ум. од.

Розподіляли проби на підложках шаром товщиною 5 мм, накривали кришкою з органічного скла та витримували під привантаженням масою 2 кг протягом 10 хвилин. В якості еталонного фону та підложек використовували білий папір фільтрувальний лабораторний марки «Ф» за ГОСТ 12026-76. Підложки, на яких були розподілені та витримані проби, сканували як кольорові фотографії при розширенні 300 dpi за допомогою ска-

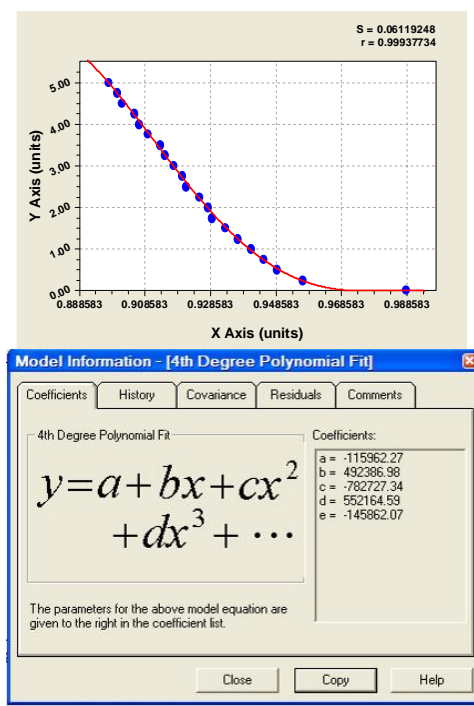
нера багатофункціонального пристрою Canon PIXMA MP270. Усереднювали колір зображень підложок, на яких витримані еталонні проби, еталонного фону та областей сегментованих зображень підложок, на яких витримані аналізовані проби, шляхом застосування фільтра Average і визначали яскравість об'єднаного колірною каналу RGB у діапазоні 0...255 умовних одиниць яскравості у програмі Adobe Photoshop CS3 Extended. Для сегментації зображень підложок на області, що відповідали областям з різними концентраціями забарвленої рідкої жирової добавки аналізованих проб, використовували інструмент інтерактивної сегментації Magic Wand у програмі Adobe Photoshop CS3 Extended. В якості затравочних пікселів використовували послідовно пікселі зображень підложок, на яких витримані еталонні проби з концентраціями забарвленої рідкої жирової добавки у діапазоні 0...100%, після застосування фільтра Average. Для визначення параметра Tolerance інструмента Magic Wand виділяли послідовно зображення підложок, на яких витримані еталонні проби інструментом Magic Wand і підбирали максимальний параметр Tolerance для кожного зображення, при якому не виділялися інші зображення підложок, на яких витримані еталонні проби. Усереднювали колір кожної області сегментованих зображень підложок, на яких витримані аналізовані проби, шляхом застосування фільтра Average, уточнювали концентрації в областях сегментованих зображень підложок за градууювальними залежностями і визначали за кількістю пікселів у кожній області сегментованих зображень підложок концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в аналізованих пробах. Для зручності аналізу сегментованих зображень змінювали колір кожної області сегментованих зображень так, щоб вони візуально легко відрізнялися. За допомогою програми Curve Expert 1.3 (при виборі поліноміальної регресії за умовчанням ступінь полінома дорівнював 4) будували залежності концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в еталонних пробах від відносної яскравості. В якості градууювальних залежностей використовували залежності, що мали найкращі показники коефіцієнтів кореляції r і середнього квадратичного відхилення S , причому отримували градууювальні залежності у діапазонах концентрацій забарвленої рідкої жирової добавки в еталонних пробах 0...5% з кроком 0,25% та 0...100% з кроком 1%.

Дослідження здійснювалися з використанням стандартного розсіпного повнораціонного комбікорму для відлучених поросят віком від 2 до 4 місяців, виготовленого за рецептом ПК 51-6-89. В якості модельних забарвлених рідких жирових добавок застосовували 5% олійні розчини карміну та мідного комплексу хлорофілу. Для приготування цих розчинів використовували рафіновану дезодоровану виморожену соняшникову олію «Олейна класична» марки «П» виробництва ЗАТ «Дніпропетровський олійноекстракційний завод» (Україна), натуральні харчові барвники кармін марки «ЕКОТОН Кармін 0040» виробництва компанії

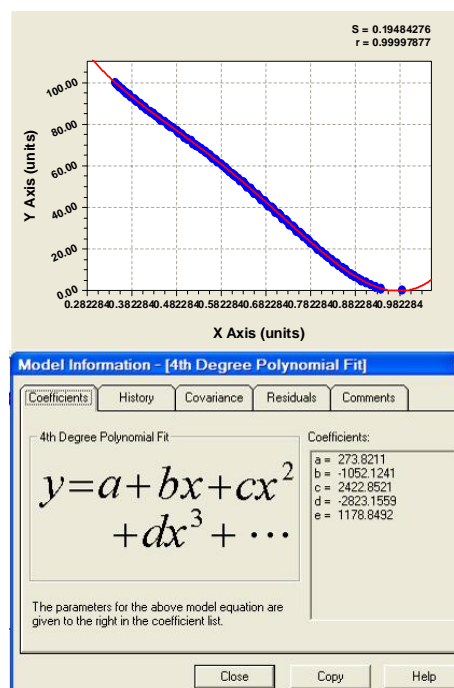
«ЕКО РЕСУРС» (Росія) та мідний комплекс хлорофілу марки «OF0709 Хлорофілу екстракт» виробництва компанії «NATUREX» (Франція). Модельні еталонні проби у кількості 3 паралельних проб для кожної з концентрацій для побудови градувальних залежностей за середніми значеннями 3 паралельних визначень і модельні проби з відомою концентрацією модельної забарвленої рідкої жирової добавки, відповідно, 1%, 2% у кількості 10 паралельних проб для кожної з концентрацій масою 100 грамів кожна для оцінки якості визначення концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в пробах готували шляхом змішування в міксері відповідних кількостей комбікорму з модельними забарвленими рідкими жировими добавками до отримання однорідного кольору сумішей протягом 5 хвилин при частоті обертання місильного органа міксера 450 об/хв. Модельні проби у кількості 10 проб масою 100 грамів кожна для розрахунку коефіцієнту неоднорідності 3 умовних сумішей з відомим вмістом рідкої жирової добавки 1% готували шляхом змішування в міксері відповідних кількостей комбікорму з модельними забарвленими рідкими жировими добавками протягом, відповідно, 1 хвилини, 2 хвилин, 3 хвилин при частоті обертання місильного органа міксера 450 об/хв. Для зважування компонентів сумішей використовували ваги лабораторні ВЛР-1000 3-го класу точності з межею зважування 1000 г, ціною ділення шкали 10 мг, точністю вимірювання 10 мг за ГОСТ 24104-88. Для змішування комбікорму з модельною забарвленою рідкою жировою добавкою використовували побутовий міксер Braun M830 MultiMix з двигуном потужністю 350 Вт і частотою обертання місильного органа міксера 450 об/хв., ємкість з нержавіючої сталі об'ємом 3 л.

Результати цифрової обробки зображень підложок, на яких витримані еталонні проби з відомими концентраціями олійних розчинів барвників, наведено на рис. 1 і в табл. 1. Яскравість об'єднаного кольорного каналу RGB усіх зображень еталонного фону після застосування фільтра Average дорівнювала $V_{\phi}=254$. Значення параметра Tolerance інструмента Magic Wand були у діапазоні 2...13.

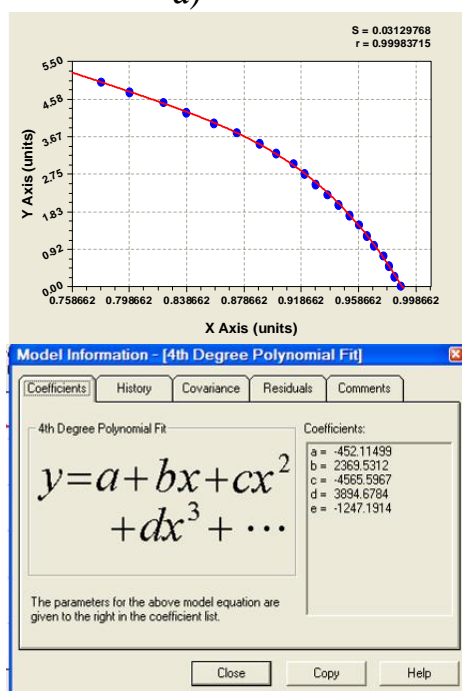
Середні значення концентрацій модельних забарвлених рідких жирових добавок у модельних пробах з відомими концентраціями олійних розчинів карміну та мідного комплексу хлорофілу та довірчий інтервал середніх значень склали, відповідно, $0,99\pm 0,09\%$, $1,98\pm 0,14\%$ та $0,99\pm 0,08\%$, $1,97\pm 0,15\%$; відносні стандартні відхилення склали, відповідно, 6,3%, 10,2% та 5,9%, 13,4%; розраховані значення коефіцієнтів Стюдента $t(P=0,95; f=9)$ дорівнювали, відповідно, 0,25, 0,52 та 0,26, 0,54, що менше табличного значення коефіцієнта Стюдента $t(P=0,95; f=9)=2,26$, тобто відмінність результатів аналізу від дійсних значень незначуща та визначення концентрацій забарвленої рідкої жирової добавки в пробах не містить систематичної погрішності.



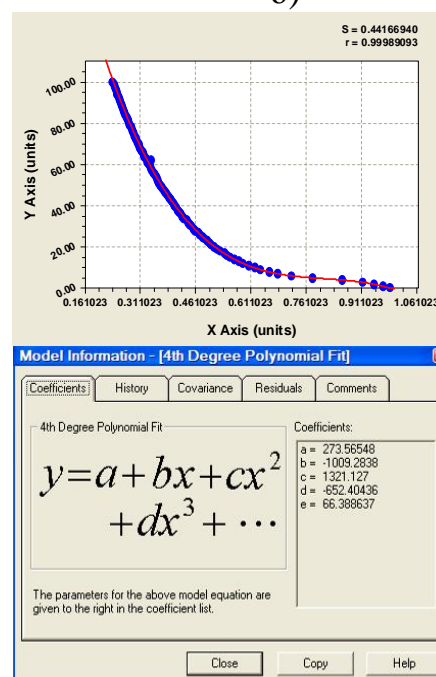
а)



б)



в)



г)

а) – олійний розчин карміну в діапазонах концентрацій 0...5% з кроком 0,25%; б) – олійний розчин карміну в діапазонах концентрацій 0...100% з кроком 1%; в) – олійний розчин мідного комплексу хлорофілу в діапазонах концентрацій 0...5% з кроком 0,25%; г) – олійний розчин мідного комплексу хлорофілу в діапазонах концентрацій 0...100% з кроком 1%.

Рис. 1. Градувальні залежності концентрації олійного розчину барвника в еталонних пробах від відносної яскравості.

Таблиця 1 – Результати цифрової обробки зображень підложок, на яких витримані еталонні проби з відомою концентрацією олійного розчину барвника

Назва	Значення									
	Барвник - кармін					Барвник - мідний комплекс хлорофілу				
с, %	0	0,25	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5	0,75	1
RGB, ум. од.	251	243	241	240	239	251	250	249	248	246
с, %	1,25	1,5	1,75	2	2,25	1,25	1,5	1,75	2	2,25
RGB, ум. од.	238	237	236	235, 67	235	245	244	242	240	238
с, %	2,5	2,75	3	3,25	3,5	2,5	2,75	3	3,25	3,5
RGB, ум. од.	234	233, 67	233	232, 33	232	236	234	232	229	226
с, %	3,75	4	4,25	4,5	4,75	3,75	4	4,25	4,5	4,75
RGB, ум. од.	231	230, 33	230	229	228, 67	222	218	214	209	203
с, %	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
RGB, ум. од.	228	226	224	222	220	198	183	174	168	162
с, %	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14
RGB, ум. од.	219	217	215	214	212	158	154	150	147	144
с, %	15	16	17	18	19	15	16	17	18	19
RGB, ум. од.	211	209	208	206	205	141	139	137	134	132
с, %	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24
RGB, ум. од.	203	202	201	199	198	130	128	127	125	123
с, %	25	26	27	28	29	25	26	27	28	29
RGB, ум. од.	197	195	194	193	191	122	120	119	117	116

Продовження таблиці 1

Назва	Значення									
	Барвник - кармін					Барвник - Мідний комплекс хлорофілу				
с, %	30	31	32	33	34	30	31	32	33	34
RGB, ум. од.	190	189	187	186	185	114	113	112	111	109
с, %	35	36	37	38	39	35	36	37	38	39
RGB, ум. од.	183	182	181	179	178	108	107	106	105	104
с, %	40	41	42	43	44	40	41	42	43	44
RGB, ум. од.	177	175	174	173	171	103	102	101	100	99
с, %	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49
RGB, ум. од.	170	169	167	166	165	98	97	96	95	94
с, %	50	51	52	53	54	50	51	52	53	54
RGB, ум. од.	163	162	161	159	158	93	92	91,3 3	91	90
с, %	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59
RGB, ум. од.	156	155	153	152	151	89	88	87	86,3 3	86
с, %	60	61	62	63	64	60	61	62	63	64
RGB, ум. од.	149	148	146	145	143	85	84	83,3 3	83	82
с, %	65	66	67	68	69	65	66	67	68	69
RGB, ум. од.	142	140	139	137	135	81,3 3	81	80	79	78,3 3
с, %	70	71	72	73	74	70	71	72	73	74
RGB, ум. од.	134	132	131	129	127	78	77	76,3 3	76	75
с, %	75	76	77	78	79	75	76	77	78	79

Продовження таблиці 1

RGB, у м. од.	126	124	123	121	119	74,3 3	74	73,3 3	73	72
с, %	80	81	82	83	84	80	81	82	83	84
RGB, ум. од.	118	116	114	113	111	71,3 3	71	70,3 3	70	69
с, %	85	86	87	88	89	85	86	87	88	89
RGB, ум. од.	110	108	106	105	103	68,3 3	68	67,3 3	67	66
с, %	90	91	92	93	94	90	91	92	93	94
RGB, ум. од.	102	100	99	97	96	65,6 7	65	64,6 7	64	63,3 3
с, %	95	96	97	98	99	95	96	97	98	99
RGB, ум. од.	94	93	92	90	89	63	62,33	62	61,3 3	61
с, %	100					100				
RGB, ум. од.	88					60				

Середні значення концентрації забарвленої рідкої жирової добавки в кожній з трьох умовних сумішей з відомим вмістом рідкої жирової добавки 1%, розраховані за концентраціями модельної забарвленої рідкої жирової добавки в модельних пробах, визначеними за градувальники залежностями, склали, відповідно, 0,98%, 0,99%, 0,99% та 0,97%, 0,99%, 0,98%, середні квадратичні відхилення склали, відповідно, 0,41%, 0,28%, 0,18% та 0,44%, 0,3%, 0,21%, коефіцієнти неоднорідності дорівнювали, відповідно, 47,2%, 31,3%, 14,4% та 48,4%, 32,2%, 15,3%.

Висновки. Здійснено апробацію методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жировою добавкою з використанням інструмента інтерактивної сегментації та усереднюючого фільтра для обробки зображень. Розроблений метод планується застосовувати для оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жировою добавкою при дослідженнях лабораторного змішувача.

Література

1. Машины и оборудование для производства комбикормов [Текст] : справочное пособие / В.А. Шаршунов, А.В. Червяков, С.А. Бортник, Ю.А. Пономаренко ; рец. Л.Я. Степук, рец. В.Ф. Кольга. - Минск: Экоперспектива, 2005. - 487 с.

2. Пат. 2343457 Российская Федерация, МКИ G 01 N 21/85. Способ определения качества смеси сыпучих материалов / А.Г. Ткачев, А.А. Баранов, Н.Р. Меметов, А.А. Пасько, Т.В. Пасько, И.Н. Шу-

бин, С.В. Блинов, А.В. Авдеева (Россия). - №2007115024/28 ; заявл. 20.04.2007 ; опубл. 10.01.2009. Бюл. № 1. – 5 с.

3. *Ait Aissa A. Application of image analysis in granular mixing / A. Ait Aissa, C. Duchesne, D. Rodrigue // 8th World Congress of Chemical Engineering (WCCE8) (Montreal, Canada, August 23-27 2009). - Montreal, 2009. - 7 pages.*

4. *Деркач К.М. Визначення якості змішування комбікорму з рідкою жирною добавкою // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. - Луганськ: ЛНАУ, 2012. - № 35. - С. 90-98.*

5. *Деркач К.М. Розробка методу оцінки якості змішування розсипного комбікорму з рідкою жирною добавкою // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 25, ч. 1. - С. 107-112.*

АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ РАССЫПНОГО КОМБИКОРМА С ЖИДКОЙ ЖИРОВОЙ ДОБАВКОЙ

Деркач К.М.

Аннотация - осуществлена апробация метода оценки качества смешивания рассыпного комбикорма с жидкой жирной добавкой с использованием интерактивной сегментации и усредняющего фильтра для обработки изображений на модельных смесях.

APPROBATION OF METHOD OF ESTIMATION OF QUALITY OF MIXING OF THE LOOSE MIXED FODDER WITH LIQUID FATTY ADDITION

K. Derkach

Summary

Approbation of method of estimation of quality of mixing of the loose mixed fodder with liquid fatty addition with the use of interactive segmentation and averaging filter for processing of images is developed on model mixtures.