

УДК 004.93:633.854

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ФЕНОТИПІЧНИХ ДАНИХ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Ведмедєв С.Р., аспірант, stanislavvedmedev9@gmail.com, Національний університет «Запорізька політехніка»

Селекція рослин вимагає широкого та точного опису етапів дослідження. Серед господарських культур України найбільший економічний ефект зумовлює культура соняшнику. Головним результатом селекції соняшнику є підвищення якості насіння й його характеристик, що є важливими для споживача. Більша частина якостей насіння може бути оцінена за морфологією. Існуючі методики опису базуються на візуальному сприйнятті та відносній класифікації [1]. Селекційна цінність зразків соняшнику встановлена таким шляхом дуже невелика і відповідність генетичному потенціалу не висока. Сучасний рівень технологічних досягнень дозволяє зробити значно кращу оцінку у цифровому вигляді.

Новий напрям досліджень має назву фенотипування – створення цифрового опису фенотипу [2]. Організація цифрових описів у базу даних матиме велику цінність для аналізу селекційного матеріалу.

Метою наших досліджень є створення засобів дослідження насіння соняшнику та організація бази даних.

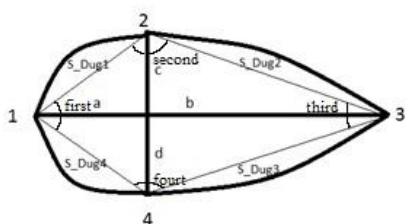
Впродовж терміну вирішення цього завдання було зібрано більше 3000 фотографій насіння соняшнику близько 250 ліній соняшнику. Для фотографування використовувався стаціонарний прилад з детермінованими налаштуваннями. Фотографії містять дві проекції кожної насінини для отримання тривимірних параметрів. Розроблено та апробовано програмне забезпечення для аналізу такого фотоматеріала.

Програмне забезпечення для розпізнавання метричних розмірів насіння.

Програмне забезпечення створено для розпізнавання метричних складових насіння. Спочатку насінинна повертається на кут в 315 градусів та обрізаються чорні ділянки зображення. Потім проводимо обробку зображення. Знаходимо частини довжини та ширини, а також кути ромбу його повну площу та площі трикутників. Площі трикутників пропорційні площам ділянок насінин. Кут повернення постійний, а координати обрізки можна змінювати у разі необхідності для кожного виду насінини. Усі розраховані параметри організовані як результат обчислень у вигляді таблиці, де кожне фото описано окремим рядком. Перший стовпчик – це назва фото, усі інші вказані на рисунку 1 розміри. Обчислення відбуваються у циклі, для обробки усіх фото, поміщених у теку програми. Результат цієї роботи представлено на рис. 2.

Програма визначення забарвлення насіння за смугами.

Насіння соняшнику, в основному, має смугасте забарвлення. Смуги бувають дуже контрастні і близькі за забарвленням. На фото зазвичай спостерігається невелика кількість смуг від 3 до 7. Було включено визначення 8 діапазонів. Принцип визначення смуг полягає у оцінці смуги з пікселей розташованих за шириною насінини. З наявної смужки пікселей виділяють найбільші різниці між двома сусідніми пікселями. Згідно цієї різкої зміни значень забарвлення виділяють 8 зон для кожної з яких вираховується середнє значення кольорів (рис.3).



а) метричні складові насінини б) фото смугастої насінини
Рисунок 1 – Метричні складові та фото насінини соняшнику

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Name	lineA	lineB	lineC	lineD	firstAngle	secondAn	thirdAngl	fourthAng	square	S_Dug1	S_Dug2	S_Dug3	S_Dug4	zolH	zolW	heightSee	widthSeed	
2	1-1-1b.jpg	259.0	361.0	153.0	129.0	57.048268	126.45989	63.103819	113.38801	137405	11328.961	15790.559	13313.609	9551.8693	1.8431372	2.3938223	282.0	620.0	
3	1-1-1p.jpg	261.0	387.0	245.0	143.0	71.906893	104.47424	62.607851	121.01101	207092	20697.483	30689.372	17912.572	12080.572	1.5836734	2.4827586	388.0	648.0	
4	1-1-2b.jpg	257.0	448.0	192.0	128.0	63.238541	120.03867	56.888658	119.83412	165960	11627.336	20268.663	13512.442	7751.5574	1.6666666	2.7431906	320.0	705.0	
5	1-1-2p.jpg	235.0	464.0	285.0	123.0	78.120076	97.948425	54.903261	129.02823	230752	20702.712	40876.845	17641.586	8934.8550	1.4315789	2.9744680	408.0	699.0	
6	1-1-3b.jpg	231.0	484.0	175.0	93.0	59.076274	122.97483	47.865936	130.08295	150682	11576.039	24254.557	12889.565	6151.8378	1.5314285	3.0952380	268.0	715.0	
7	1-1-3p.jpg	218.0	595.0	244.0	155.0	83.634216	109.48120	54.723337	112.16123	209335	7730.1207	21098.265	13402.586	4910.5275	1.6352459	3.7293577	399.0	813.0	
8	1-1-4b.jpg	182.0	508.0	179.0	82.0	68.777788	116.06559	44.023073	131.13353	136577	8417.5661	23495.184	10763.157	3856.0917	1.4581005	3.7912087	261.0	690.0	
9	1-1-4p.jpg	239.0	532.0	213.0	154.0	74.503619	116.47217	57.687081	111.33712	217227	13627.967	30335.058	21932.389	9853.0847	1.7230046	3.2259414	367.0	771.0	
10	1-1-5b.jpg	202.0	481.0	196.0	45.0	56.695146	113.69356	35.100680	154.51061	133922	12416.291	29565.525	6788.0033	2850.6791	1.2295918	3.3811881	241.0	683.0	
11	1-1-5p.jpg	259.0	469.0	189.0	169.0	69.244176	121.93196	63.751141	105.07272	204309	13898.286	25167.168	22503.975	12427.568	1.8941798	2.8108108	358.0	728.0	
12	1-1-6b.jpg	214.0	507.0	216.0	60.0	60.928596	111.65778	38.599837	148.81378	155736	13063.304	30949.043	8596.9565	3628.6956	1.2777777	3.3691588	276.0	721.0	
13	1-1-6p.jpg	195.0	548.0	223.0	140.0	84.508677	109.02463	54.263806	112.20287	219906	13712.795	38536.472	24193.301	8608.9301	1.6278026	3.8102564	363.0	743.0	

Рисунок 2 – Табличний результат роботи програми визначення метричних складових насіння соняшнику

Застосування розробленого програмного забезпечення дозволяє створити базу даних фенотипічних ознак, в якій описані розміри, конфігурація та кольори кожної насінини. Отримана інформація доповнюється даними з іншими вимірами, більша частина яких проводиться і записується при зваженні насінини, зваженні після обрушення лушпиння та ін.

Name	red_avg2	green_avg2	blue_avg2	red_avg3	green_avg3	blue_avg3	red_avg4	green_avg4	blue_avg4	red_avg5	green_avg5	blue_avg5	red_avg6	green_avg6	blue_avg6	red_avg7	green_avg7	blue_avg7	#
162-1b.jpg	63	52	35	56	45	29	41	32	14	34	26	11	26	22	17	146	146	146	
162-1p.jpg	85	78	58	68	61	42	56	49	31	45	37	26	25	22	19	66	59	51	
162-2b.jpg	27	24	19	46	43	36	81	76	54	74	67	47	92	88	77	46	41	37	
162-2p.jpg	44	40	33	33	30	27	33	31	29	49	50	46	88	83	75	65	61	47	
162-3b.jpg	60	49	33	79	72	63	111	107	101	122	118	94	68	59	41	65	53	30	
162-3p.jpg	32	24	18	54	48	44	21	17	13	64	61	55	147	148	147	63	82	94	
162-4b.jpg	42	38	25	90	83	59	72	66	42	60	54	31	36	32	25	63	59	54	
162-4p.jpg	32	28	26	58	54	53	76	70	69	66	57	48	38	32	26	146	147	146	
162-5b.jpg	68	60	40	47	36	11	21	16	12	25	20	17	56	56	54	69	69	69	
162-5p.jpg	33	28	20	25	21	20	63	59	57	149	149	149	83	96	110	68	83	99	
167-1b.jpg	19	16	13	40	38	39	25	21	19	30	27	22	70	69	70	83	82	88	
167-1p.jpg	18	14	12	39	36	32	58	53	47	70	67	58	89	87	80	151	152	152	
167-2b.jpg	74	68	46	54	50	39	45	38	22	13	10	7	22	19	18	149	150	150	
167-2p.jpg	81	73	36	63	55	19	16	13	12	22	19	17	60	59	54	75	75	74	
167-3b.jpg	77	71	47	60	53	25	42	35	10	18	13	10	23	22	21	148	149	149	
167-3p.jpg	100	93	63	86	78	41	66	57	22	19	16	11	52	49	40	149	150	150	
167-4b.jpg	29	25	20	38	37	31	73	69	53	35	27	19	71	70	67	149	149	149	
167-4p.jpg	12	9	8	12	9	8	44	41	36	13	10	8	56	51	48	94	89	86	
167-5b.jpg	27	22	18	48	46	35	76	73	60	25	19	13	52	46	46	19	15	15	
167-5p.jpg	58	43	12	21	16	11	16	13	10	25	19	15	71	66	55	155	156	156	

Рисунок 3 – Табличний результат роботи програми визначення забарвлення смужок насіння соняшнику

Відомо багато досліджень з розпізнавання образів та вимірювання об'єктів на фото, однак у селекційному значенні використовується не велика кількість розробок. Зокрема на коренях [3] та листках [4] рослин. Застосування на насінні знаходиться у стадії розробки, проведені дослідження є першими з опублікованих. Проведені експерименти продемонстрували високу роздільність розробленого методу. Виділено контрастні зразки за розмірами та забарвленням насіння.

Висновок. У результаті проведеного дослідження розроблено програмне забезпечення, що покладено в основу інструментів для створення бази даних з фенотипування соняшнику. Використовуються селекціонерами та генетиками Інституту олійних культур НААН України.

Список використаних джерел

1. Plants guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability common sunflower UPOV Code(s): HLNTS_ANN Helianthus annuus L. URL: https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/twa_47/tg_81_7_proj_1.pdf.
2. Pieruschka, R., & Schurr U. Plant Phenotyping: Past, Present, and Future. Plant Phenomics, 7507131: 2019:1–6. doi: 10.34133/2019/7507131.
3. Kumar, P., Huang, C., Cai, J., & Miklavcic, S. J. Root phenotyping by root tip detection and classification through statistical learning. Plant Soil, 380; 2014: 193–209. doi: 10.1007/s11104-014-2071-3.
4. Shibayama, M., Sakamoto, T., Takada, E., Inoue, A., Morita, K., Takahashi, W., & Kimura, A. Estimating paddy rice leaf area index with fixed point continuous observation of near infrared reflectance using a calibrated digital camera. Plant Product. Sci., 14; 2011: 30–46. doi: 10.1626/pp.s.14.30.