

Споживча якість перспективних гібридів картоплі (*Solanum tuberosum* L.)

Н. С. Кожушко^{1*}, М. М. Сахошко², С. І. Бердін¹, М. Г. Баштовий¹, Д. В. Смілик¹

¹Сумський національний аграрний університет, вул. Герасима Кондратьєва, 160, м. Суми, 40021, Україна,

*e-mail: n.kozhushko@gmail.com

²Сумський обласний державний центр експертизи сортів рослин, вул. Першотравнева, 29, м. Суми, 40030, Україна

Мета. На основі дослідження споживчої якості перспективних гібридів картоплі (*Solanum tuberosum* L.) виділити гібриди з високим ступенем диференціації залежно від біохімічного складу бульб та кулінарно-споживчого типу. **Методи.** Польовий (фенологія); лабораторний (біохімічні, технологічні); математично-статистичний (лінійна кореляція, регресія). **Результати.** Досліджували кулінарні якості та вивчали закономірності їхнього формування під впливом біохімічного складу бульб. Відмінний смак було визначено у середньоранніх ('203.703-3', '205.781-9') і середньостиглих ('205.786-72', '205.798-15') гібридів. Високу стійкість до розварювання бульб було виявлено у ранньостиглих гібридів ('99.523-15', '205.791-3', '205.785-25', '205.792-205'). М'якою консистенцією характеризувалися середньоранні ('205.776-25', '99.546-3') і середньостиглі ('205.782-24', '205.786-72', '205.798-43') форми. Середньоранній гібрид '205.780-8' мав вищий ступінь проявлення борошністості. За стійкістю до потемніння м'якоті було виділено три ранньостиглих ('99.517-39', '203.703-2', '205.785-25') і два середньостиглих гібриди ('205.781-9', '205.788-3'). Формування смаку залежало здебільшого від умісту крохмалю ($r = 0,657$), співвідношення крохмаль / білок ($r = 0,470$) і накопичення цукрів ($r = -450$). Було виявлено сильну позитивну залежність розварювання бульб від їхньої крохмалистості ($r = 0,945$) та співвідношення вмісту крохмалю і білка ($r = 0,900$). Визначено вплив співвідношення крохмаль / білок на консистенцію бульб ($r = 0,877$) та вміст крохмалю ($r = 0,868$). Борошністість залежала від умісту цукрів ($r = -0,494$) та крохмалистості бульб ($r = 0,474$), стійкість до потемніння м'якоті – від умісту тирозину у білку ($r = -0,873$), вільного тирозину ($r = -0,824$). За кулінарно-споживчим типом столової картоплі вісім гібридів було віднесено до типу В, по п'ять – до типів А і С, три – до типу Д. **Висновки.** Виділені гібриди за високим ступенем проявлення показників кулінарної якості можуть бути рекомендовані як цінний вихідний матеріал для практичної селекції. Встановлення біологічного взаємозв'язку показників кулінарної якості картоплі і біохімічного складу їхніх бульб дозволило розробити математичні моделі для прогнозування смаку і текстури, що практично звільняє від варіння та суб'єктивного оцінювання органолептичним методом результатів дегустації. Систематизація кулінарно-споживчого типу картоплі столового призначення може бути предметом обговорення за державного сортопробування.

Ключові слова: картопля; селекція; гібриди; споживча якість; біохімічний склад; взаємозв'язок; математичне моделювання; кулінарно-споживчий тип.

Вступ

Україна за обсягом виробництва картоплі входить у першу четвірку країн світових лідерів після Китаю, Індії та Росії. При середньому світовому рівні споживання картоплі населенням 32,6 кг/рік в Україні у 2013 році цей показник становив 135, у 2014 – 141, а у 2018 – вже 143 кг [1]. Для порівняння у Сумській області, яка традиційно входить в десятку регіонів країни, що забезпечують дві третини загальнодержавного виробництва картоплі, рівень споживання

на душу населення в 2017 році досягав 178, в 2018 – 180 кг [2].

З урахуванням постійного світового потепління роль картоплі як продукту харчування різко зростатиме і набуде ключового значення у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки. Хоча, наприклад, за статистичними даними споживання свіжої картоплі на душу населення за останнє десятиліття у США зменшилось на 4% [3], у Великобританії – на 1–2% [4], а у Китаї у 2015 році прийняли програму щодо різкого підвищення виробництва картоплі до 98 млн тонн [5].

За таких умов на першому місці постає проблема якості продукції. Споживчій якості картоплі присвячено класичні роботи Ratzack J. (1935), Прокошева С. Н. (1947), Adler G. (1971), Метлицького Л. В., Веселовського І. А. (1972), Burton W. (1974), Плешкова Б. П. (1976). Сучасними дослідженнями [6–8] доведено, що якість кулінарно підготовленого продукту з картоплі залежить не тільки від умісту в бульбах крохмалю, але і його фізичних та хімічних властивостей.

Nelya Kozhushko
<https://orcid.org/0000-0001-7086-0602>

Mykola Sachoshko
<https://orcid.org/0000-0001-8396-5737>

Sergei Berdin
<https://orcid.org/0000-0002-2337-4107>

Mykola Bashtovyi
<https://orcid.org/0000-0002-3352-4375>

Dmitryi Smilik
<https://orcid.org/0000-0001-7086-0602>

Встановлено погіршення фізико-хімічних, сенсорних і текстурних характеристик картоплі за різних способів її зберігання [9] та приготування [10]. Втрати поживних речовин картоплі з фіолетовою м'якоттю при кип'ятінні становлять 44%, у мікрохвильовій печі – 52%, при запіканні – 53%; смаження картоплі з червоною м'якоттю супроводжується втратою на 72%, запікання – 40%, приготування на пару – 12%, відварювання у воді – 7%, мікрохвильове приготування – 0%. Тобто, сортам картоплі з фіолетовою м'якоттю найбільших втрат поживних речовин завдає запікання, а з червоною м'якоттю – смаження.

В останні роки особливу увагу приділяють інноваційним нетепловим технологіям, що позитивно впливають на текстурні, хімічні та харчові зміни, викликані смаженням. Розглядають такі засоби поліпшення якості бульб картоплі як опромінення, холодна плазма, ультразвук, імпульсні електричні поля та оброблення високим тиском [11].

Науково-дослідний інститут проблем картоплярства Північно-східного регіону України в складі Сумського національного аграрного університету – один з державних селекційних центрів зі створення нових інтенсивних нематодостійких сортів різного цільового призначення. Практичним результатом науково-дослідної роботи Інституту і Сумського ОДЦЕСР філії УІЕСР стали 11 зареєстрованих (1996–2017 рр.) столових сортів картоплі, 36% з яких одночасно придатні для промислового перероблення на картоплепродукти. Наразі на особливу увагу заслуговують перспективні високоякісні гібриди картоплі як майбутні сорти, адаптовані до умов Північно-східного Лісостепу України.

Мета досліджень – виділити перспективні гібриди картоплі (*Solanum tuberosum* L.), що мають високий ступінь диференціації за-

лежно від біохімічного складу бульб та кулінарно-споживчого типу.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження виконували в 2016–2018 роках за схемою селекційного процесу на дослідному полі навчально-наукового виробничого комплексу Сумського НАУ із застосуванням краплинного зрошення. Схему, організацію і техніку селекції виконували відповідно до методичних рекомендацій Інституту картоплярства НААНУ [14]. За даними Інституту сільськогосподарства Північного Сходу НААНУ в період вегетації картоплі спостерігались різні погодні умови, а саме: перезволоження – у 2016, достатнє зволоження – у 2017, посуха – у 2018 р., які й обумовили об'єктивне оцінювання результатів досліджень.

Як досліджуваний матеріал було використано зразки картоплі 19 гібридних комбінацій та двох від самозапилення із залученням 63% нематодостійких форм білоруської, 23% української та 15% іноземної селекції. Досліджували 21 гібрид власної селекції, в тому числі шість (28,6%) ранньостиглих, 12 (57,1%) середньоранніх і три (14,3%) середньостиглих форми (табл. 1).

Компоненти біохімічного складу бульб гібридів визначали на інфрачервоному аналізаторі. Кулінарні якості (смак, розварювання, консистенцію, борошністість, потемніння м'якоті) оцінювали органолептичним методом за 9-ти бальною шкалою, де 9 – найвище вираження ознаки. Лабораторні дослідження виконували згідно із загальноприйнятими методиками оцінювання селекційного матеріалу картоплі [14, 15].

Залежність показників кулінарної якості гібридів від біохімічного складу їхніх бульб визначали за результатами кореляційного і регресійного аналізів з використанням стандартних пакетів обчислювальних програм.

Таблиця 1

Вихідний матеріал дослідження

Селекційний номер	Походження		Селекційний номер	Походження	
	♀	♂		♀	♂
Ранньостиглі			'203.703-3'	'Дніпрянка N C3-1'	
'99.517-39'	'86.233/4'	'Гранат N'	'204.723-8'	'85.291c12'	'Бородянська рожева'
'99.523-15'	'Глона'	'Гранат N'	'205.770-13'	'90.734/22'	'Елса'
'203.703-2'	'Дніпрянка N C3-1'		'205.776-26'	'Повінь N'	'Міловиця'
'205.785-25'	'Делікат NN'	'Криниця N'	'203.780-8'	'Криниця N'	'Білуга N'
'205.791-3'	'Sonata NN'	'Ласунак'	'205.781-9'	'Felizitas N'	'Sonata N'
'205.792-205'	'91-96'	'96.21-12N'	'205.783-13'	'1958-15'	'118ху-94-4'
Середньоранні			'205.788-3'	'Криниця N'	'118ху-94-4'
'98.488-17'	'Чародей'	'2х91-10 N'	Середньостиглі		
'99.523-7'	'Глона'	'Гранат N'	'205.782-24'	'Скарб N'	'Sonata N'
'99.545-4'	'Альтаір N'	'78.496-07'	'205.786-72'	'Криниця N'	'Herhtoі'
'99.546-3'	'Гранат N'	'78.496-07'	'205.798-45'	'Карлена N'	'Ласунак'

Систематизацію гібридів за кулінарно-споживчим типом столової картоплі проводили за схемою оцінювання Міжнародної Європейської асоціації з вивчення картоплі – EAPR [16]. Кулінарно-споживчий тип оцінювали за характеристикою показників текстури та смаку:

тип А – салатний, вінегретний: бульби не розварюються, м'якоть тверда, не борошніста, не темніє, нейтрального смаку;

тип В – для смаження, для супів: бульби мало розварюються, м'якоть помірно тверда, мало борошніста, слабо темніє, смак легкий, добрий;

тип С – для більшості страв: бульби сильно розварюються, м'якоть відносно м'яка й

борошніста, мало темніє, смак дуже добрий; тип Д – для пюре: бульби дуже розварюються, м'якоть за консистенцією м'яка, сильно борошніста, помірно, а іноді сильно темніє, смак відмінний.

Результати досліджень

Смак вважають головнішим поняттям кулінарних якостей картоплі. У досліджуваних гібридів відмінний смак визначено у чотирьох (19%), дуже добрий – у восьми (38%), добрий – у шести (28,6%) та задовільний – у трьох гібридів (14,4%) (табл. 2).

Відмінним смаком характеризувались середньоранні форми – '203.703-3', '205.781-9'

Таблиця 2

Смак бульб гібридів картоплі (середнє за 2016–2018 рр.)

Група стиглості	Ступінь проявлення	Оцінка, бал	Гібриди			
			шт.	%	селекційний номер	
Ранньостиглі	Дуже добрий	7	4	19,0	'99.523-15', '203.703-2', '205.791-3', '205.792-205'	
	Добрий	6	1	4,8	'205.785-25'	
	Задовільний	3	1	4,8	'99.517-39'	
Середньоранні	Відмінний	8	2	9,5	'203.703-3', '205.781-9'	
	Дуже добрий	7	3	14,3	'99.545-4', '205.776-26', '205.783-13'	
	Добрий	6	5	23,8	'98.488-17', '99.523-7', '204.723-8', '205.770-13', '205.780-8'	
	Задовільний	3	2	9,5	'99.546-3', '205.788-3'	
Середньостиглі	Відмінний	8	2	9,5	'205.786-72', '205.798-45'	
	Дуже добрий	7	1	4,8	'205.782-24'	

і середньостиглі – '205.786-72', '205.798-45'. Дуже доброго смаку були більшість ранньостиглих гібридів – '99.523-15', '203.703-2', '205.791-3', '205.792-205' та середньоранніх – '99.545-4', '205.776-26', '205.783-13', із середньостиглих – лише гібрид '205.782-24'.

У 28,6% гібридів з добрим смаком були більшість середньоранніх форм. Задовільний смак визначено лише у 9,5% середньоранніх та у 4,8% ранньостиглих форм.

На формування смаку впливали окремі компоненти біохімічного складу бульб гібридів (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив біохімічного складу бульб гібридів на смак (середнє 2016–2018 рр.)

Смак		Вміст, % на суху масу					Співвідношення крохмаль / білок
ступінь проявлення	оцінка, бал	крохмаль	цукри	білок	амінокислоти	попіл	
Відмінний	8	73,1	0,12	5,9	2,3	2,5	13,9
Дуже добрий	7	58,7	0,19	6,8	2,8	2,4	10,7
Добрий	6	61,7	0,13	6,5	2,5	2,4	9,7
Задовільний	3	55,1	0,18	6,8	2,6	2,5	8,8

Покращення смаку відмічали при зростанні крохмалистості з 73 до 55% та співвідношення крохмаль / білок (13,9–8,8), погіршення було пов'язане з підвищенням (з 5,9 до 6,8%) вмісту білка і цукрів (з 0,12 до 0,18%).

Смак у досліджуваних бульб гібридів залежав від вмісту крохмалю ($r = 0,657$, $t_{\phi} = 3,82 > t_{05} = 2,09$, $Y = 0,171x + 3,632$) на 43,2%, цукрів – на 20,2% ($r = -0,450$, $t_{\phi} = 2,21$, $Y = -1,399x + 6,556$) та співвідношення крохмаль / білок – на 22% ($r = 0,470$, $t_{\phi} = 2,14$, $Y = 0,114x + 5,189$)

(табл. 4). Між смаком та вмістом амінокислот ($t_{\phi} = 0,79$) і мінеральних елементів ($t_{\phi} = 0,93$) виявлено несуттєву залежність.

Розварювання бульб гібридів за ступенем проявлення ознаки було розподілено таким чином: у 19% форм бульби не розварюються; у 9,5% – слабо розварюються; у 14,4% – мало; у 28,6% – помірно; у 19% – сильно та у 9,5% – дуже розварюються (табл. 5).

Виділено ранньостиглі гібриди – '99.523-15', '205.791-3', '205.785-25', '205.792-205', бульби

Таблиця 4

Результати регресійного аналізу ознак, $t_{05} = 2,09$

Ознака		r	sr	d _{yx}	t _ф	Y = a + bx
Y	x					
Смак	Крохмаль	0,657	0,172	0,432	3,82	0,171x + 3,682
	Цукри	-0,450	0,201	0,202	2,21	-1,399x + 6,556
	Білок	-0,391	0,211	0,153	2,06	-0,171x + 7,467
	Співвідношення крохмаль / білок	0,470	0,202	0,220	2,14	0,114x + 5,189

Таблиця 5

Розварювання бульб гібридів картоплі (середнє за 2016–2018 рр.)

Група стиглості	Ступінь проявлення ознаки	Оцінка, бал	Гібриди		
			шт.	%	селекційний номер
Ранньостиглі	Не розварюються	9	4	19,0	'99.523-15', '205.791-3', '205.785-25', '205.792-205'
	Слабко розварюються	8	1	4,8	'99.517-39'
	Мало розварюються	7	1	4,8	'203.703-2'
Середньоранні	Слабко розварюються	8	1	4,8	'99.546-3'
	Мало розварюються	7	2	9,5	'98.488-17', '204.723-8'
	Помірно розварюються	6	6	28,6	'99.545-4', '203.703-3', '205.770-13', '205.781-9', '205.783-13', '205.788-3'
	Сильно розварюються	5	3	14,3	'99.523-7', '205.776-26', '205.780-8'
Середньостиглі	Сильно розварюються	5	1	4,8	'205.782-24'
	Дуже сильно розварюються	3	2	9,5	'205.786-72', '205.798-45'

яких не схильні до розварювання. Слабко розварювались бульби ранньостиглого гібрида '99.517-39' та середньораннього '99.546-3'.

Схильними до дуже сильного розварювання виявились середньостиглі гібриди '205.786-72' і '205.798-45'. До переважної кількості (47,6%) досліджуваних зразків, що характеризувались помірним та сильним ступенем проявлення ознаки, віднесено здебільшого середньоранні та всі середньостиглі форми.

Визначено, що розварювання бульб підвищувалось із зростанням їхньої крохмалистості, зменшувалось – із зростанням білковості та залежало від кількісного співвідношення між вмістом в бульбах крохмалю і білка. Доведено, що чим вищий цей показник, тим сильніше розварювання бульб (табл. 6).

Установлено сильну позитивну залежність показника від крохмалистості бульб ($r = 0,945$, $t_{\phi} = 12,6 > t_{05} = 2,09$, $Y = 0,049x - 6,874$) та співвідношення крохмалю і білка ($r = 0,900$, $t_{\phi} = 9,0$, $Y = 0,132x - 7,296$).

Результати дослідження консистенції м'якоті бульб гібридів за їхньою групою стиглості наведено в таблиці 7.

М'яку розсипчасту консистенцію виявлено у 14,3% середньостиглих і у 9,5% середньоранніх форм (9 балів). Більшість середньоранніх гібридів (47,7%) мали відносно м'яку помірно розсипчасту консистенцію (7 балів). Ранньостиглі форми характеризувались помірно твердою та твердою консистенцією (6 і 4 бали). Значною мірою конси-

Таблиця 6

Розварювання бульб гібридів та їхній біохімічний склад (середнє за 2016–2018 рр.)

Ступінь проявлення ознаки	Оцінка, бал	Уміст, % на суху масу		Співвідношення крохмаль / білок
		крохмаль	білок	
Не розварюються	9	47,5	8,05	5,9
Слабко розварюються	8	53,2	6,84	7,8
Мало розварюються	7	60,4	6,91	8,8
Помірно розварюються	6	61,2	6,71	9,1
Сильно розварюються	5	72,1	5,57	12,9
Дуже сильно розварюються	3	82,3	4,69	17,5

ція у гібридів визначалась вмістом крохмалю, білка та їхнім кількісним співвідношенням (табл. 8).

Було встановлено, що консистенція бульб досліджуваних гібридів на 76,9% ($r = 0,877$, $t_{\phi} = 7,97$, $Y = 0,337x + 3,625$) залежала від співвідношення крохмаль / білок та на 75,3% ($r = 0,868$, $t_{\phi} = 7,61$, $Y = 0,365x + 1,454$) – від вмісту в них крохмалю.

Ступінь проявлення борошністості м'якоті досліджуваних гібридів відображено в таблиці 9. Досліджувані гібриди не мали бульб із сильно борошністою (9 балів) та восковидною (2–1 бали) м'якоттю.

Найбільше гібридів (по 28,6%) характеризувались наявністю мало борошністих і не борошністих форм. До гібридів з борошністою м'якоттю було віднесено лише 4,8% –

Таблиця 7

Консистенція бульб гібридів картоплі (середнє за 2016–2018 рр.)

Група стиглості	Оцінка, бал	Гібриди		
		шт.	%	селекційний номер
Ранньостиглі	6	4	33,3	'99.517-39', '203.703-2', '205.791-3', '205.792-205'
	4	2	9,5	'99.523-15', '205.785-25'
Середньоранні	9	2	9,5	'205.776-25', '99.523-7'
	7	10	47,6	'98.488-17', '99.545-4', '99.546-3', '203.703-2', '204.723-8', '205.770-13', '205.780-8', '205.781-9', '205.783-13', '205.788-3'
Середньостиглі	9	3	14,3	'205.782-24', '205.786-72', '205.798-45'

Таблиця 8

Консистенція м'якоті бульб гібридів та їхній біохімічний склад (середнє за 2016–2018 рр.)

Ступінь проявлення ознаки	Оцінка, бал	Уміст, % на суху масу		Співвідношення крохмаль / білок
		крохмаль	білок	
М'яка	9	75,5	5,09	14,8
Відносно м'яка	7	62,3	6,49	9,5
Помірно тверда	6	50,8	7,65	6,7
Тверда	4	40,3	8,77	4,6

середньоранній гібрид '205.780-8'. Помірну борошністість м'якоті мали п'ять (23,8%) середньоранніх та всі середньостиглі форми.

Дослідження впливу компонентів фізичного і біохімічного характеру показали зростання ступеня проявлення борошністісті за вищої питомої ваги і крохмалистості бульб

та, навпаки, зменшення за вмістом цукрів (табл. 10).

Вивчення ролі питомої ваги бульб та вмісту в них крохмалю і цукрів показало середній взаємозв'язок між цими показниками. Борошністість залежала від питомої ваги на 32,4% ($r = 0,569$, $t_{\phi} = 3,02$, $Y = 53,528x - 52,676$); на 24,4% ($r = -0,494$, $t_{\phi} = 2,48$, $Y = -9,073x + 6,971$) – від накопичення цукрів та на 22,4% – від умісту крохмалю ($r = 0,474$, $t_{\phi} = 2,34$, $Y = 0,198x + 2,390$).

Важливим технологічним показником картоплі є потемніння м'якоті бульб після кулінарного оброблення. Вивчення цього показника у досліджуваних гібридів показало наступне (табл. 11).

Із загальної кількості досліджуваних зразків виділено п'ять форм (23,8%) з м'якоттю,

Таблиця 9

Борошністість бульб гібридів картоплі (середнє за 2016–2018 рр.)

Група стиглості	Ступінь проявлення ознаки	Оцінка, бал	Гібриди		
			шт.	%	селекційний номер
Ранньостиглі	Мало борошністі	5	4	19,0	'99.517-39', '99.523-15', '203.703-2', '205.785-25'
	Слабко борошністі	4	1	4,8	'205.791-3'
	Не борошністі	3	1	4,8	'205.792-205'
Середньоранні	Борошністі	8	1	4,8	'205.780-8'
	Помірно борошністі	7	5	23,8	'99.546-3', '203.703-3', '205.770-13', '205.781-9', '205.788-3'
	Слабко борошністі	5	2	9,5	'99.523-7', '205.783-13'
	Не борошністі	4	3	14,3	'98.488-17', '204.723-8', '205.776-26'
Середньостиглі	Не борошністі	3	1	4,8	'99.545-4'
	Помірно борошністі	7	3	14,3	'205.782-24', '205.786-72', '205.798-45'

Таблиця 10

Борошністість м'якоті бульб та їхній біохімічний склад (середнє за 2016–2018 рр.)

Ступінь проявлення ознаки	Оцінка, бал	Питома вага, г/см³	Уміст, % на суху речовину	
			крохмаль	цукри
Сильно борошніста	8	1,1025	71,8	0,12
Борошніста	7	1,0955	68,0	0,12
Помірно борошніста	5	1,0832	58,8	0,18
Мало борошніста	4	1,0773	55,3	0,19
Не борошніста	3	1,0743	53,5	0,25

що практично не темніє (8 балів), з них низькокрохмалисті і середньокрохмалисті ранньостиглі – '99.517-39', '203.703-2', '205.785-25'

та середньоранні форми – '205.781-9', '205.788-3'.

Слабке потемніння м'якоті (7 балів) було виявлено у двох середньоранніх – '99.546-3', '204.723-8' та ранньостиглої форми '99.523-15'.

Установлено найбільшу кількість гібридів (42,8%) з малим потемнінням м'якоті (6 балів).

Помірним потемнінням м'якоті (5 балів) характеризувались чотири гібриди, з них три середньостиглі – '205.782-24', '205.786-72', '205.798-45' і середньоранній – '98.488-17'. Стійкість до потемніння знижувалась від ранніх до середньостиглих форм.

Потемніння м'якоті бульб гібридів картоплі (середнє за 2016–2018 рр.)

Група стиглості	Ступінь проявлення ознаки	Оцінка, бал	Гібриди		
			шт.	%	селекційний номер
Ранньостиглі	Дуже слабке потемніння	8	3	14,3	'99.517-39', '203.703-2', '205.785-25'
	Слабке потемніння	7	1	4,8	'99.523-15'
	Мале потемніння	6	2	9,5	'205.791-3', '205.792-205'
Середньоранні	Дуже слабке потемніння	8	2	9,5	'205.781-9', '205.788-3'
	Слабке потемніння	7	2	9,5	'99.546-3', '204.723-8'
	Мале потемніння	6	7	33,3	'98.488-17', '99.523-7', '99.545-4', '203.703-3', '205.776-26', '205.770-3', '205.783-13'
	Помірне потемніння	5	1	4,8	'98.488-17'
Середньостиглі	Помірне потемніння	5	3	14,3	'205.782-24', '205.786-72', '205.798-45'

З біохімічної точки зору потемніння має ферментативну природу. Ступінь проявлення ознаки у гібридів досліджували за вмістом в їхніх бульбах крохмалю, цукрів, вільного тирозину і тирозину у складі білка (табл. 12).

Таблиця 12

Стійкість до потемніння м'якоті гібридів та особливості біохімічного складу їхніх бульб (середнє за 2016–2018 рр.)

Ступінь проявлення ознаки	Оцінка, бал	Уміст, % на суху масу		
		крохмаль	тирозин білка	вільний тирозин
Слабке потемніння	8	53,1	3,1	0,24
Мале потемніння	7	56,2	3,7	0,27
Помірне потемніння	6	62,4	5,1	0,32
Темніє	5	73,2	8,8	0,44

Зведені дані за всіма показниками кулінарної якості гібридів відображено в таблиці 13. Виявлено більшу кількість (66,6–57,2%) гібридів з оцінкою 7–6 балів, меншу – з оцінкою 5–4 бали (47,6%).

Таблиця 13

Розподіл гібридів картоплі за показниками кулінарної якості (середнє за 2016–2018 рр.)

Показники	Кількість гібридів за оцінкою в балах							
	9–8		7–6		5–4		3	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Смак	4	19	14	66,6	0	0	3	14,4
Розварювання	6	28,5	9	43	4	19	2	9,5
Консистенція	5	23,8	14	66,6	2	9,5	0	0
Борошністість	1	4,8	8	38,1	10	47,6	2	9,5
Потемніння	5	23,8	12	57,2	4	19	0	0

За результатами оцінювання кулінарної якості досліджуваного матеріалу визначено, що усі п'ять показників (смак, розварювання, консистенція, борошністість, потемніння) із середнім ступенем їхнього проявлення (7–6 балів) притаманні середньоранній гібридній формі '205.770-13'.

Сукупність трьох цінних показників (смак, розварювання, консистенція) із найвищим

ступенем проявлення (9–8 балів) було виявлено у середньостиглих гібридів '205.786-72' і '205.798-45'.

З високим ступенем проявлення розварювання і консистенції було виділено середньостиглий гібрид '205.782-24'; розварювання і борошністості – середньоранній '205.780-8'; розварювання і стійкості до потемніння – ранньостиглі гібриди '99.517-39' і '205.785-25', смаку і стійкості до потемніння – середньоранній гібрид '205.781-9'.

Оцінку 5–4 бали отримали ранньостиглі гібриди '99.523-15', '205.785-25' за сукупністю борошністості і консистенції, середньоранній '98.488-17' і ранньостиглий '99.517-39' гібриди, відповідно, за борошністістю і стійкістю до потемніння та борошністістю і смаком.

За кулінарно-споживчим типом вісім гібридів або 38% від загальної кількості віднесено до типу В, типи А і С містять по п'ять (24%), а тип Д – три (14%) досліджуваних зразки (табл. 14).

За середнім значенням усіх показників кулінарної якості (6,3–6,7 бала) переваги за будь-яким типом практично не виявлено. Проте прослідковується чітка тенденція покращення від типу А до типу Д смаку, консистенції і борошністості та зростання розварювання бульб і зниження стійкості до потемніння м'якоті.

Порівняння результатів досліджень гібридів селекції Сумського НАУ за харчовою цінністю, можливістю збільшення картоплі як продукту харчування з одиниці площі та дослідження кулінарних якостей показало, що найкращою сукупністю цінних ознак характеризувались 12 зразків (табл. 15). Виділено п'ять перших гібридів, які за виходом калорій з одиниці площі (20–22 тис. ккал) перевищують сорт-стандарт 'Смуглянка' (18,8 тис. ккал), інші – не поступаються сорту 'Тончарівська'.

За смаковими якостями (8 балів) перевищували сорт 'Смуглянка' гібриди '205.798-45', '205.703-3', '205.786-72', '205.781-9'; дорівнювали (7 балів) – '205.782-24', '205.792-205', '205.791-3', '205.776-26'; поступались

Таблиця 14

Розподіл гібридів за споживчим типом столової картоплі (середнє за 2016–2018 рр.)

Тип	Кількість гібридів, %	Група стиглості	Оцінка, бал					
			смак	розварювання	консистенція	борошністість	потемніння	середнє
A	24	Ранньостиглі	6,0	8,8	5,2	4,4	7,1	6,3
B	38	Середньоранні	5,6	6,4	7,1	5,7	6,7	6,3
C	24	Середньоранні	7,2	5,8	7,4	5,7	6,5	6,5
D	14	Середньостиглі	7,7	3,7	9,0	8,1	5,1	6,7

Таблиця 15

Характеристика кращих гібридів картоплі за комплексом господарських та споживчих ознак (середнє за 2016–2018 рр.)

Селекційний номер	Група стиглості	Вихід, тис. ккал/га	Уміст, ккал/100 г	Оцінка, бал				Тип
				смак	розварювання	консистенція	потемніння	
'99.523-7'	Середньоранній	22,1	49,6	6	5	9	6	B
'205.798-45'	Середньостиглий	20,2	58,3	8	3	9	5	D
'205.703-3'	Середньоранній	20,1	41,8	8	6	6	6	C
'205.786-72'	Середньостиглий	20,1	55,5	8	3	9	5	D
'204.723-8'	Середньоранній	20,1	41,8	6	7	7	7	B
'205.782-24'	Середньостиглий	19,1	50,3	7	5	9	5	D
'205.792-205'	Ранньостиглий	18,3	35,3	7	9	6	6	A
'205.791-3'	Ранньостиглий	18,0	30,9	7	9	6	6	A
'205.776-26'	Середньоранній	18,0	47,5	7	5	9	6	C
'205.780-8'	Середньоранній	17,8	49,6	6	5	7	6	B
'205.781-9'	Середньоранній	17,6	41,8	8	6	7	8	C
'205.770-13'	Середньоранній	16,6	42,8	6	6	7	6	C
'Смуглянка', st	Середньоранній	18,8	48,3	7	9	7	7	C
'Гончарівська', st	Ранньостиглий	16,6	55,1	9	8	8	7	C

Примітка. st – сорт-стандарт.

(6 балів) – '99.523-7', '204.723-8', '205.780-8', '205.770-13'; жоден з гібридів не досягав рівня (9 балів) сорту-стандарту 'Гончарівська'.

За розварюванням дорівнювали стандартам (9 балів) два гібриди – '205.792-205' і '205.791-3', за консистенцією (9 балів) перевищували стандарти п'ять гібридів, за стійкістю до потемніння (8–7 балів) – два: '205.781-9' і '204.723-8'.

За результатами досліджень виділено гібриди, що мають високі споживчі якості і можуть бути рекомендовані для селекції високоцінних столових сортів картоплі різного напрямку використання. Розроблені математичні моделі для прогнозування рівня значення основних показників кулінарних якостей підвищують ефективність селекційного процесу картоплі.

Висновки

Із 21 досліджуваного гібрида (*Solanum tuberosum* L.) виділено вісім (38%), що можуть бути рекомендовані для практичної селекції як цінний вихідний матеріал: за високим ступенем проявлення смаку та текстури – середньоранній '205.770-13'; смаку, розварювання і консистенції – середньостиглі '205.786-72' і '205.798-45'; смаку та стійкості до потемніння – середньоранній '205.781-9'; за сукупністю розварювання та консистенції: середньостиглий '205.782-24'; розварювання і борошністості – середньоранній '205.780-8'; розварювання і стійкості до потемніння – ранньостиглі гібриди '99.517-39', '205.785-25'.

Установлення біологічного взаємозв'язку показників споживчої якості картоплі і біохімічного складу їхніх бульб дозволило розробити математичні моделі для прогнозування на:

84,4% розварювання від умісту крохмалю – $Y = 0,049x - 6,874$;

76,9% консистенції від співвідношення крохмаль / білок – $Y = 0,337x + 3,625$; 76,2% потемніння від умісту тирозину у складі білка – $Y = -0,440x + 8,736$;

43,2% смаку від умісту крохмалю – $Y = 0,171x + 3,682$;

24,4% борошністості від накопичених цукрів – $Y = -9,073x + 6,971$.

Використання таких математичних моделей практично звільняє від варіння та суб'єктивного оцінювання органолептичним методом результатів дегустації. Систематизація кулінарно-споживчого типу картоплі столового призначення може бути предметом обговорення за державного сортопробування.

Використана література

1. Faostat: Production: Crop. URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#country/230>

2. Статистичний щорічник Сумської області за 2018 рік / за ред. Л. І. Олехнович. Суми, 2019. 449 с.
3. Navarre D. A., Brown C. R., Sathuvalli V. R. Potato Vitamins, Minerals and Phytonutrients from a Plant Biology Perspective. *Am. J. Potato Res.* 2019. Vol. 96. P. 111–126. doi: 10.1007/s12230-018-09703-6
4. Gibson S., Kurilich A. C. The nutritional value of potatoes and potato products in the UK diet. *Nutr. Bull.* 2013. Vol. 38. P. 389–399. doi: 10.1111/nbu.12057
5. Frederick C., Lei Z. China To Boost Potato Production and Transform Potato Into Its Fourth Major Grain. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Potatoes%20and%20Potato%20Products%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_9-25-2015.pdf
6. Власюк П. А., Власенко Н. Е., Мицько В. М. Биохимический состав картофеля и пути улучшения его качества. Киев : Наукова думка, 1979. 196 с.
7. Кучко А. А., Власенко М. Ю., Мицько В. М. Фізіологія та біохімія картоплі. Київ : Довіра, 1998. 335 с.
8. Ильчук В. В., Ильчук Ю. Р. Качественные показатели картофеля разных групп спелости в зависимости от сроков посадки и доз удобрений. *Картофелеводство*. 2016. Вип. 24. С. 248–254.
9. Grudzińska M., Czerkoa Z., Borowska-Komendab M. Changes of organoleptic quality in potato tubers after application of natural sprout inhibitors. *Agric. Eng.* 2016. Vol. 20, Iss. 1. P. 35–43. doi: 10.1515/agriceng-2016-000
10. Jayanty S. S., Diganta K., Raven B. Effects of Cooking Methods on Nutritional Content in Potato Tubers. *Am. J. Potato Res.* 2019. Vol. 96. P. 183–194. doi: 10.1007/s12230-018-09704-5
11. Dourado C., Pinto C., Barba F. J. et al. Innovative non-thermal technologies affecting potato tuber and fried potato quality. *Trends Food Sci. Technol.* 2019. Vol. 88. P. 274–289. doi: 10.1016/j.tifs.2019.03.015
12. Kozhushko N. S., Sakhoshko M. M., Onychko V. I. et al. Biochemical tuber composition of promising potato hybrids. *Mod. phyto-morphol.* 2020. Vol. 14. P. 20–26. doi: 10.5281/zenodo.200107
13. Кожушко Н. С., Сахошко М. М., Баштовий М. Г. та ін. Перспективи практичного використання нових державних сортових ресурсів картоплі у північно-східному Лісостепу України. *Вісник СНАУ. Сер. : Агрономія і біологія*, 2019. № 4. С. 15–21. doi: 10.32845/agrobio.2019.4.3
14. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / за ред. В. В. Кононученка. Немішаєве, 2002. 183 с.
15. Изучение технологических свойств картофеля: методические указания / сост. В. И. Шинкарев. Ленинград, 1988. 134 с.
16. Писарев Б. А., Ключкина Ю. В., Князев В. А. и др. Аспекты качества продовольственного картофеля. Москва : ВНИИТЭИСХ, 1977. 60 с.
- Perspective. *Am. J. Potato Res.*, 96, 111–126. doi: 10.1007/s12230-018-09703-6
4. Gibson, S., & Kurilich, A. C. (2013). The nutritional value of potatoes and potato products in the UK diet. *Nutr. Bull.*, 38, 389–399. doi: 10.1111/nbu.12057
5. Frederick, C., & Lei, Z. (2015). *China To Boost Potato Production and Transform Potato Into Its Fourth Major Grain*. Retrieved from https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Potatoes%20and%20Potato%20Products%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_9-25-2015.pdf
6. Vlasjuk, P. A., Vlasenko, N. Ye., & Mits'ko, V. M. (1979). *Biokhimičeskij sostav kartofelya i puti uluchsheniya yego kachestva* [The biochemical composition of potatoes and ways to improve its quality]. Kyiv: Naukova Dumka. [in Russian]
7. Kuchko, A. A., Vlasenko, M. Yu., & Myts'ko, V. M. (1998). *Fiziologiya ta biokhimiya kartopli* [Physiology and biochemistry of potatoes]. Kyiv: Dovira. [in Russian]
8. Ilchuk, V. V., & Ilchuk, Yu. R. (2016). *Kachestvennyye pokazateli kartofelya raznykh grup spelosti v zavisimosti ot rokov posadki i doz udobrenij* [Qualitative indicators of potatoes of different ripeness groups depending on planting dates and doses of fertilizers]. *Kartofelevodstvo* [Potato growing], 24, 248–254. [in Russian]
9. Grudzińska, M., Czerkoa, Z., & Borowska-Komendab, M. (2016). Changes of organoleptic quality in potato tubers after application of natural sprout inhibitors. *Agric. Eng.*, 20(1), 35–43. doi: 10.1515/agriceng-2016-000
10. Jayanty, S. S., Diganta, K., & Raven, B. (2019). Effects of Cooking Methods on Nutritional Content in Potato Tubers. *Am. J. Potato Res.*, 96, 183–194. doi: 10.1007/s12230-018-09704-5
11. Dourado, C., Pinto, C., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Delgadillo, I., & Saraiva, J. A. (2019). Innovative non-thermal technologies affecting potato tuber and fried potato quality. *Trends Food Sci. Technol.*, 88, 274–289. doi: 10.1016/j.tifs.2019.03.015
12. Kozhushko, N. S., Sakhoshko, M. M., Onychko, V. I., Butenko, Ye. Yu., Kandyba, N. M., Bashtovyy, M. H., Vereshchahin, I. V., Klochkova, T. I., Zavora, Y. A., & Smilik, D. V. (2020). Biochemical tuber composition of promising potato hybrids. *Mod. phyto-morphol.*, 14, 20–26. doi: 10.5281/zenodo.200107
13. Kozhushko, N. S., Sakhoshko, M. M., Bashtovyy, M. H., Smilyk, D. B., Avramenko, V. I., & Dehtyarov, O. M. (2019). Prospects for the practical use of new state varietal resources of potatoes in the north-eastern forest-steppe of Ukraine. *Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Agronomiâ i biologîâ* [Herald of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology], 4, 15–21. doi: 10.32845/agrobio.2019.4.3. [in Ukrainian]
14. Kononuchenko, V. V. (Ed.). (2002). *Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu* [Methodical recommendations for research with potatoes]. Nemishaie: N.p. [in Ukrainian]
15. Shinkarev, V. I. (1988). *Izucheniye tekhnologicheskikh svoystv kartofelya: metodicheskiye ukazaniya* [The study of the technological properties of potatoes: guidelines]. Leningrad: N.p. [in Russian]
16. Pisarev, B. A., Klyukvina, Yu. V., Knyazev, V. A., Andryushina, N. A., & Sazhina, N. A. (1977). *Aspekti kachestva prodovol'stvennogo kartofelya* [Aspects of Ware Potato Quality] Moscow: VNIITEISCH. [in Russian]

УДК 635.21:631.526.325

Кожушко Н. С.^{1*}, Сахошко Н. Н.², Бердин С. И.¹, Баштовой Н. Г.¹, Смилик Д. В.¹ Потребительское качество перспективных гибридов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) // Plant Varieties Studying and Protection. 2020. Т. 16, № 2. С. 173–181. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209235>

¹Сумской национальный аграрный университет, ул. Герасима Кондратьева, 160, г. Сумы, 40021, Украина, e-mail: n.kojushko@gmail.com

²Сумской областной государственный центр экспертизы сортов растений, ул. Первомайская, 29, г. Сумы, 40030, Украина

Цель. На основе исследования потребительских качеств перспективных гибридов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) выделить гибриды, имеющие высокую степень дифференциации в зависимости от биохимического состава клубней и кулинарно-потребительского типа.

Методы. Полевой (фенология); лабораторный (биохимические, технологические); математически-статистический (линейная корреляция, регрессия).

Результаты. Исследовали потребительские качества и изучали закономерности их формирования под влиянием биохимического состава клубней. Отличный вкус был определён у среднеранних ('203.703-3', '205.781-9') и среднеспелых ('205.786-72', '205.798-15') гибридов. Высокую устойчивость к развариванию клубней было установлено у раннеспелых гибридов ('99.523-15', '205.791-3', '205.785-25', '205.792-205'). Мягкая рассыпчатая консистенция была характерна для среднеранних ('205.776-2', '99.546-3') и среднеспелых ('205.782-24', '205.786-72', '205.798-43') форм. Среднеранний гибрид '205.780-8' имел высокую степень проявления мучнистости. Устойчивость к потемнению имели три раннеспелых ('99.517-39', '203.703-2', '205.785-25') и два среднеспелых гибрида ('205.781-9', '205.788-3'). Формирование вкуса зависело в основном от содержания крахмала ($r = 0,657$), соотношения крахмал / белок ($r = 0,470$) и накопления сахаров ($r = -0,450$). Была обнаружена сильная положительная зависимость разваривания

клубней от их крахмалистости ($r = 0,945$), соотношения содержания крахмала и белка ($r = 0,900$). Определено влияние соотношения крахмал / белок на консистенцию клубней ($r = 0,877$) и содержания в них крахмала ($r = 0,868$). Мучнистость зависела от сахаров ($r = -0,494$) и крахмалистости клубней ($r = 0,474$), устойчивость к потемнению мякоти – от содержания тирозина в белке ($r = -0,873$) и свободного тирозина ($r = -0,824$). По кулинарно-потребительскому типу столового картофеля восемь гибридов было отнесено к типу В, по пять – к типу А и С, три – к типу Д. **Выводы.** Выделенные гибриды с высокой степенью проявления показателей потребительского качества могут быть рекомендованы как ценный исходный материал для практической селекции. Определение биологической взаимосвязи показателей качества картофеля и биохимического состава их клубней позволило разработать математические модели для прогнозирования вкуса и текстуры, что практически освобождает от варки и субъективной оценки органолептическим методом результатов дегустации. Систематизация кулинарно-потребительского типа картофеля столового назначения может быть предметом обсуждения в государственном сортоиспытании.

Ключевые слова: картофель; селекция; гибриды; потребительское качество; биохимический состав; взаимосвязь; математическое моделирование; кулинарно-потребительский тип.

UDC 635.21:631.526.325

Kozhushko, N. S.^{1*}, Sakhoshko, M. M.², Bashtovyi, M. H.¹, Berdin, S. I.¹, & Smilyk, D. V.¹ (2020). Customer-related quality of perspective potato hybrids (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(2), 173–181. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209235>

¹Sumy National Agrarian University, 160 H. Kondratieva St., Sumy, 40021, Ukraine, *e-mail: n.kozhushko@gmail.com

²Sumy Regional State Plant Cultivar Expert Center, 29 Pershotravneva St., Sumy, 40030, Ukraine

Purpose. Based on the study of consumer qualities of perspective potato hybrids (*Solanum tuberosum* L.) the ones with a high degree of differentiation depending on the biochemical composition of tubers and culinary-consumer type were identified. **Methods.** Field (phenology); laboratory (biochemical, technological); mathematical and statistical (linear correlation, regression). **Results.** Consumer qualities and patterns of their formation under the influence of the biochemical composition of tubers were studied. Excellent taste was determined in mid-early ('203.703-3', '205.781-9'), mid-season ('205.786-72', '205.798-15') hybrids. High cooking quality of the tubers was detected in early-season hybrids ('99.523-15', '205.791-3', '205.785-25', '205.792-205'). Soft crispy texture was detected in mid-early ('205.776-25', '99.546-3') and mid-season ('205.782-24', '205.786-72', '205.798-43') hybrids. The mid-early hybrid '205.780-8' contained high levels of starch. In terms of resistance to browning, three early-season ('99.517-39', '203.703-2', '205.785-25') and two mid-season hybrids ('205.781-9', '205.788-3') were selected. It is proved, that the taste development depended on the starch content ($r = 0,657$), proportion of starch/protein ($r = 0,470$) and sugars accumulation ($r = -0,450$). The positive dependence of the cooking quality of the tubers on their starchiness

($r = 0,945$), proportion of starch and protein ($r = 0,900$) was detected. The influence of proportion of starch/protein over the texture of the tubers ($r = 0,877$) and starch content ($r = 0,868$) was established. Mealiness depended on sugars ($r = -0,494$) and starch content ($r = 0,474$), resistance to browning – on tyrosine content in protein ($r = -0,873$) and free tyrosine content ($r = -0,824$). In terms of culinary and consumer type of food (table) potatoes, eight hybrids were rated as type B, five and five hybrids belonged to types A and C respectively, and three hybrids belonged to type D. **Conclusions.** The selected, as for the high level of culinary quality indicators, hybrids can be recommended as valuable output material for practical plant breeding. Determination of biological interrelation of potato culinary quality indicators and biochemical composition of their tubers allowed to develop mathematical simulations to predict taste and texture, and it practically relieved from boiling and subjective evaluation by organoleptic method of tasting results. Systematization of culinary and consumer type food (table) potatoes can be a subject matter in the course of state variety testing.

Keywords: potato; plant breeding; hybrids; customer-related quality; biochemical composition; interrelation; mathematical simulation; culinary and consumer type.

Надійшла / Received 17.04.2020
Погоджено до друку / Accepted 10.06.2020