

## Порівняльна характеристика шкал росту й розвитку зернових культур

С. М. Каленська<sup>1\*</sup>, О. І. Присяжнюк<sup>2\*</sup>, О. Ю. Половинчук<sup>2</sup>, Н. В. Новицька<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, \*e-mail: svitlana.kalenska@gmail.com

<sup>2</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, \*e-mail: olpris@mail.ru

**Мета.** Порівняти різні шкали росту й розвитку зернових культур. **Результати.** На основі узагальнення відомих шкал росту й розвитку зернових культур – Фікеса (Feekes scale), Хауна (Haun scale), Задокса (Zadoks scale), ВВСН, Куперман і Семенова, Келлер–Багліоні – розроблено порівняльні таблиці та відповідники між фізичним і біологічним часом розвитку рослин. Отримана інформація має важливе значення для створення ефективних технологічних карт вирощування зернових культур, адже саме застосування теоретичних знань допомагає своєчасно та точно ідентифікувати стадії розвитку рослин та вчасно виконати відповідні агротехнічні прийоми догляду за ними. У шкалах стандартизовані цифрові позначення використовуються для фаз або стадій росту й розвитку, які мають однакове значення, незалежно від року, регіону або типу (підтипу, сорту) зернової культури. Цифрові позначення мають переваги перед описовими, коли інформація заноситься в комп'ютер. Найпоширенішими вважаються шкали Фікеса (Feekes scale), Хауна (Haun scale), Задокса (Zadoks scale) та уніфікована розширена шкала ВВСН. **Висновки.** Шкала Фікеса особливо корисна між стадіями 6 і 10,5, що відповідає періоду від появи першого вузла на початку подовження стебла (стадія 6) до завершення цвітіння (стадія 10,5). Шкала Хауна є корисною для класифікації стадій вегетативного росту зернових культур. Для створення систем точного землеробства та власне комп'ютеризації технології вирощування зернових культур найбільше підходить уніфікована розширена шкала ВВСН.

**Ключові слова:** ріст і розвиток зернових культур; шкала Фікеса (Feekes scale); шкала Хауна (Haun scale); шкала Задокса (Zadoks scale); уніфікована розширена шкала ВВСН; шкала – система Куперман і Семенова; шкала Келлер–Багліоні.

### Вступ

Інтегральним явищем, яке об'єднує всі життєві процеси, що відбуваються в рослині, – є ріст і розвиток. Загальновідомо, що більшість біологічних параметрів агросистем не є константними – вони динамічно змінюються в процесі росту й розвитку рослин упродовж вегетаційного періоду. І для більшості цих параметрів визначальним їх величину є не фізичний (календарний) час, а час біологічний (вік рослини). А отже, для визначен-

ня доцільності проведення певних заходів передусім виникає потреба знаходження відповідності між фізичним та біологічним часом рослин у польових умовах.

Зернові культури проходять різні стадії розвитку, однак, незважаючи на різні морфологічні ознаки, їх ріст і розвиток зернових має багато спільного – однакові залежності та закономірності [1, 2]. Знання біологічних особливостей стадій розвитку культури відіграє вирішальне значення в управлінні посівами та формуванні рослинами високого рівня продуктивності. Своєчасна та точна ідентифікація стадії розвитку рослин сільськогосподарських культур має надзвичайно важливе теоретичне та практичне значення. Реакція рослин на пестициди, регулятори росту та добрива залежить від стадії розвитку [3, 4]. Для характеристики росту й розвитку рослин вже давно розроблено різні системи шкал (кодування), відповідно до

Svitlana Kalenska  
<https://orcid.org/0000-0002-3392-837X>  
Oleh Prisyazhnyiuk  
<http://orcid.org/0000-0002-4639-424X>  
Oleksandr Polovynchuk  
<http://orcid.org/0000-0002-7830-7534>  
Nataliia Novytska  
<https://orcid.org/0000-0002-7645-4151>

яких можна встановлювати темпи розвитку сільськогосподарських культур [5, 6].

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур базуються на чіткій ідентифікації стадій, мікростадій індивідуального росту й розвитку рослин [6, 7] та чіткій експлікації елементів технології вирощування культури до них, що узгоджується із системою управління формуванням продуктивності рослин відповідно до генетично обумовлених особливостей за впливу біотичних та абіотичних чинників.

*Метою досліджень* – співставлення різних шкал росту й розвитку зернових культур.

## Результати досліджень

Злакові зернові культури в процесі онтогенезу проходять низку етапів органогенезу (формування зачатків органів та розподіл їх у процесі розвитку морфологічних та функціональних відмінностей у ході індивідуального розвитку). У світовій практиці визначення фаз росту й розвитку зернових культур проводиться за шкалами запропонованими вченими та практиками, які певним чином співвідносяться між собою [1, 8–10].

Ріст рослин зернових культур в онтогенезі поділяється на *фенологічні фази*, в основі розподілу лежать зовнішні морфологічні ознаки, характерні для кожної фази. У життєвому циклі зернових культур виділяють такі фази: проростання насіння, сходи, куштиння, вихід у трубку, поява суцвіття (колосіння, викидання волоті), цвітіння і запліднення, формування, налив і досягання зерна (молочна, воскова та повна стиглість) [8, 10, 11].

Важливою ланкою онтогенезу рослини є *органогенез* – процес утворення і розвитку нових органів. Шкала – *система Куперман і Семенова* базується на понятті етапів органогенезу, які не мають власних назв, а різняться за номерами. Життєвий цикл вищих рослин складається з окремих взаємопов'язаних періодів, які характеризуються якісними змінами у складних внутрішніх процесах обміну речовин і зумовлюють відповідну диференціацію тканин та утворення нових органів або перехід їх у новий якісний стан. Ці періоди називають *етапами органогенезу*. Згідно з Ф. М. Куперман [4, 8], в онтогенезі рослин виділяють 12 етапів органогенезу. Кожен із них відбувається в тісному поєднанні з ростом рослин, який є зовнішнім проявом внутрішніх клітинних перетворень (табл. 1).

Ріст і розвиток рослин – дві складові їхнього життя. Тому, стежачи за фенологічними фазами росту, їх інтенсивністю, можна за

допомогою технологічних прийомів регулювати елементи продуктивності рослин у запрограмованому напрямі.

Роботи вітчизняних і закордонних дослідників щодо процесів органогенезу в рослин, зокрема диференціації генеративних органів, засвідчили високу ефективність методу морфологічного аналізу за прогнозування врожайності [3, 7–9, 12, 13].

Ширше практичне поширення в міжнародному масштабі отримали *шкала Фікеса* і двопозиційний цифровий код *Задокса* – десятизначний код або так званий ЄС-код [11, 14, 15].

Стандартизовані цифрові позначення використовуються для кожної фази або стадії росту й розвитку рослин, які мають однакове значення, незалежно від року, регіону або типу (підтипу, сорту) зернової культури. Цифрові позначення мають переваги перед описовими, коли інформація заноситься в комп'ютер. З цією метою було розроблено декілька різних типів шкал. Найпоширенішими вважаються шкали *Фікеса (Feekes scale)*, *Хауна (Haun scale)*, *Задокса (Zadoks scale)*, *уніфікована розширена шкала – код BVCH*. Кожна шкала має певні переваги та недоліки (табл. 2).

*Шкала росту й розвитку рослин за Фікесом* [1] – система ідентифікації росту й розвитку зернових культур, яка була розроблена голландським агрономом Віллемом Фікесом (1907–1979) і представлена в 1941 році. Ця шкала широко використовується в Сполучених Штатах Америки.

Шкала Фікеса вважається традиційною і поширена у світовій практиці. Вона позначає стадії розвитку пшениці від 1 до 11, де стадія 1 представляє проростки (від шильця до трьох листя), а стадія 11 – процес наливу зерна. Шкала Фікеса особливо корисна між стадіями 6 і 10,5, що відповідає періоду від появи першого вузла на початку подовження стебла (стадія 6) до завершення цвітіння (стадія 10.5). Подовження стебла ділиться на п'ять стадій (стадії 6–10), на них звертають увагу, коли береться до уваги критичний час для застосування листового фунгіциду.

*Децимальна шкала Задокса* [14] була запропонована датським фітопатологом Яном Задоксом для зернових культур і передбачає розгляд як вегетативного, так і генеративного періодів їх росту й розвитку. Ця шкала також підлягає комп'ютеризації краще ніж шкала Фікеса та визнана в усьому світі в наукових дослідженнях, консультативній діяльності та у виробництві. Розвиток рослини ділиться на 10 первинних стадій (10, 20, 30 і т.д.), кожна з яких, зі свого боку, ділиться на 10 вторинних стадій (11, 12, 13 і т.д.;

Таблиця 1

## Етапи органогенезу, фази росту й розвитку та елементи продуктивності зернових культур

Фенологічна фаза	За Келлер-Багліоні	За фіксом	Міжнародна шкала ВВСН	Етапи органогенезу за Кулерман		Елементи продуктивності рослин	Якими агротехнічними заходами можна підвищити продуктивність рослин
				номер етапу	формування органів на ембріональному рівні		
<b>Макростадія: Проростання</b>			<b>00–10</b>				
Суха насіння			00				
Поява зародкового корінця			05				
Поява колеоптиле			07				
<b>Макростадія: Розвиток листків</b>			<b>10–19</b>				
Вихід колеоптиле на поверхню ґрунту	A	1	10	<b>I</b>	Формування конуса наростання, але він ще недиференційований.	Густота рослин	Попередник, підготовка ґрунту, якість насіння, тип висівного апарату, спосіб сівби, глибина сівби, норма висіву, удобрення та ін.
Фаза першого листка	B	1.1	11				
Фаза другого листка	C	1.2	12				
Фаза третього листка	D	1.3	13				
Фаза четвертого та наступних листків		1.4–1.9	14–19	<b>II</b>	Початок інтенсивної диференціації конуса наростання. Закладаються зачаткові стеблові вузли і міжвузля, листки у вигляді валиків	Коефіцієнт кушення, зимостійкість	Попередник, строки сівби, норма висіву, достатні запаси P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> і K <sub>2</sub> O у ґрунті. Коефіцієнт кушення можна збільшити в разі застосування регуляторів росту
Макростадія: Кушення			20–29				
Бічний пагін у піхві листка			20				
Початок кушення, рослини мають один бічний пагін	E	2	21				
Повне кушення, розвинуто до шести стебел	F	3	25	<b>III</b>	Диференціація конусу на зачатки членників колосового стрижня	Кількість членників колосового стрижня	Забезпечення доступними формами фосфору й калію. Обробка ретардантами
Кушення завершене. Бокові пагони продовжують швидко розвиватися та випрямлятися	C	4	29				
<b>Макростадія: Вихід у трубку</b>			<b>30–49</b>	<b>IV</b>	Формування колоскових горбочків	Кількість колосків у колосі, формування більшої кількості синхронно розвинутих стебел, продуктивне кушення. Після проходження IV етапу збільшити кількість колосків у колосі неможливо	Підживлення азотом (N <sub>30–90</sub> ) сприяє закладанню більшої кількості колосків. За потреби слід застосовувати препарати проти вилягання, гербіциди та фунгіциди
Початок виходу в трубку	H	5	30				
Поява першого вузла	I	6	31	<b>V</b>	Закладання покривних органів, квіткових горбочків	Кількість квіток та синхронність їх розвитку	Забезпечення азотом та мікроелементами
Поява другого вузла, початок стеблування	J	7	32				
<b>Поява третього-шостого вузла, стеблування</b>			<b>33–36</b>	<b>VI</b>	Формування пиляків та маточок (мікро- та макроспорогенез)	Фертильність квіток (здатність їх до запилення), жаростійкість	Високий рівень забезпечення елементами живлення, особливо фосфором
Поява прапорцевого листка	K	8	37				
Поява язичка (лігули) прапорцевого листа		9	39	<b>VII</b>	Інтенсивний ріст у довжину членників колосового стрижня, покривних органів колосків і квіток, формування яйцеклітин і пилку (гаметогенез)	Фертильність квіток. Щільність колоса	Підживлення азотом та мікроелементами. Обробка за потреби фунгіцидами
Набухання піхви верхнього листка	M	10.1	45				
Піхва лопається, з'являється колос		10.1	47–49				

Продовження таблиці 1

Фенологічна фаза	За Келлер-Багтоні	За Фіксом	Міжнародна шкала ВВСН	Етапи органогенезу за Кулерман		Елементи продуктивності рослин	Якими агротехнічними заходами можна підвищити продуктивність рослин
				номер етапу	формування органів на ембріональному рівні		
<b>Макростадія: Колосіння</b>			<b>51–59</b>				
Початок колосіння, видно перший колосок	N	10.2	51	<b>VIII</b>	Гаметогенез, завершення процесів формування всіх органів суцвіття і квітки. Продовжує рости найбільше	Фертильність квіток, формування синхронно розвинутих квіток та зниження їх редукції	Підживлення азотом та мікроелементами. Обробка фунгіцидами та антистрессорами
Виколосилася половина колоса		55					
Колос видно повністю	0	10.5	59				
Макростадія: Цвітіння			61–69				
Початок цвітіння, у середині колоса з'являються перші пиляки	P	10.5.1	61	<b>IX</b>	Цвітіння, запліднення, утворення зиготи	Озерненість колоса. Припиняється наростання вегетативної маси	Контролювання фітосанітарного стану посівів. Біологічний та хімічний захист від шкідників
Повне цвітіння, більшість квіток мають достиглі пиляки		10.5.2	65				
Кінець цвітіння, більшість квіток відцвіло, пиляки засохли	0	10.5.3	69				
Формування зернівки. Вміст зернівки водянистий			70	<b>X</b>	Ріст і формування зернівки, зародок і ендосперм збільшуються у розмірах	Розміри зернівки (довжина на типова для сорту, на наступних етапах уже не збільшуються)	Підживлення по листу макро- та мікроелементами. Біологічний або хімічний захист від шкідників зернівок – за допомогою біологічного контролю
Молочна стиглість	<b>R</b>	<b>10.5.4</b>	<b>71–77</b>	<b>XI</b>	Нагромадження поживних речовин у зернівці. Зернівки збільшуються в товщину і ширину. Вміст зернівки молокоподібний	Маса зернівки Натура зерна	Біологічний або хімічний захист від шкідників зернівок
Рання молочна стиглість		73					
Середня молочна стиглість	S	11.1	75				
Пізня молочна стиглість			77				
<b>Макростадія: Достигання насіння</b>			<b>83–90</b>	<b>XII</b>	На початку XII етапу продовжується нагромадження пластичних речовин у зерні	Маса зернівки, Хімічний склад насіння, спокій насіння, тривалість періоду післязбирального досягання	Погодні умови
Рання воскова стиглість			83				
Воскова стиглість	T	11.2	85				
Жовта стиглість	U-V	11.3	87				
Макростадія: Повна стиглість. Відмирання			<b>91–99</b>				
Зернівка тверда, рослина відмирає, повністю висихає	V		91	Перетворення пластичних речовин у запасні	Маса зернівки, хімічний склад насіння, тривалість періоду післязбирального досягання	Погодні умови	
Мертва стиглість			92				
Період спокою зернівки			95				
Схожість зернівок 50%			96				
Вихід зернівок із періоду спокою			97				
Виникнення другого періоду спокою			98				
Втрата другого періоду спокою			99				

21, 22, 23 і т.д.) до загального значення стадій 100. Шкала Задокса дає змогу використовувати більш ніж один код, щоб описати рослину. У Європі децимальна шкала широко використовується за регламентування застосування хімічних препаратів та в наукових публікаціях. В Австралії децимальна шкала визнана і схвалена Австралійським комітетом гербологів. Сприйняття та практичне використання Децимальної шкали може видатися досить складним, проте її використання власне обумовлено двома важливими причинами: 1) уніфікованого сприйняття спеціалістами різних напрямів діяльності (науковці, виробничники, хіміки, фітопатологи, ентомологи та інші) інформації щодо розвитку й росту рослин; 2) управління формуванням продуктивності сільськогосподарських культур не за календарними строками, а за стадіями та мікростадіями розвитку рослин. Застосування, наприклад, гербіциду є значно ефективнішим якщо в рекомендаціях щодо використання вказується стадія росту 24/31, ніж обумовлюється термін «від середини до кінця кущення» або «сім тижнів після сівби».

За визначення стану розвитку зернових колосових культур навіть у межах одного біологічного виду неможливо користуватися виключно календарем, не враховуючи при цьому конкретний стан посівів у полі. Якість і строки сівби, погодні умови та інші чинники впливають на початок і терміни перебігу фаз вегетації. Загальна тривалість вегетаційного періоду може змінюватися в широкому діапазоні, різниця іноді становить до двох місяців. Таким чином, залежно від регіону вирощування зернових, маємо вдосталь часу для формування елементів структури врожайності. Відомо, що повільний перебіг фаз розвитку, починаючи зі стадії кущення (2), добре позначається на формуванні врожаю. У спекотних та посушливих умовах період формування зернівок (стадії із 61 по 87) порівняно короткий. Для кращого ефекту слід перенести пізніше азотне підживлення на фазу 39 (стадія лігули). Таким чином, чим менше часу на формування генеративних органів за різних ґрунтово-кліматичних умов регіону, тим важливішим стає застосування заходів із захисту рослин відповідно до технологічної карти та стадії розвитку культури.

Знання етапів розвитку врожаю є критичним у багатьох управлінських рішеннях, які приймають виробничники. Наприклад, у деяких країнах застосування азоту та гербіцидів повинно бути завершено під

час кущення. У Франції рекомендація щодо першого застосування азоту на пшениці становить 6 тижнів до Z30, а другого – на Z30. Регулятори росту пшениці, зазвичай, застосовуються в Z30. Контролювання збудників хвороб є найважливішим у стадії Z31, Z32, Z35, зокрема як тільки вийшов прапорцевий листок (Z37).

У Європі нині прийнята загальна *уніфікована розширена шкала – код ВВСН* [10], для встановлення стадій розвитку однодольних і дводольних культурних рослин і бур'янів. Основою для визначення стадій розвитку є видимі неозброєним оком фенологічні ознаки утворення органів. Цей код знайшов загальне застосування не лише у Європейському Співтоваристві, але й у рамках діяльності різних міжнародних міжурядових і наукових організацій. У шкалі ВВСН використовується система десяткового коду і шкала базується на системі кодів зернових (шкала Задокса).

Знання щодо проходження окремих стадій розвитку посівів дає змогу своєчасно та ефективно застосовувати потрібні оперативні, адаптовані до конкретних ситуацій агротехнічні заходи для формування високих урожаїв (підживлення азотом, внесення мікроелементів, застосування регуляторів росту, фунгіцидів тощо). У Західній Європі сукупність цих оперативних агротехнічних заходів, спрямованих на досягнення оптимальних урожаїв, називається «управління посівами» або «менеджмент посівами». Усі агротехнічні заходи слід проводити в чіткій відповідності до стадій розвитку рослин і формування врожаю та їхнім вимогам до умов живлення. Відхилення від цього викликають значні або менш значні втрати врожаю.

Назва коду ВВСН утворена від початкових літер назв організацій, що спочатку брали участь у його розробленні: В – Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Біологічна федеральна установа сільського і лісового господарства); В – Bundessortenamt (Федеральне сортове управління); СН – Chemische Industrie (Хімічна промисловість у складі Об'єднання аграрної промисловості).

Розроблена у Швейцарії шкала за Келлер та Багліоні [16], є по суті розширеною шкалою Фікеса (Feekes), у якій етапи росту були закодовані літерами.

За шкалою Хауна розвиток злаків розділено на 16 стадій – від 1 до 16. Стадія 1 відображає появу першого справжнього листка і колеоптиля, а стадія 16 – затвердіння зерна. Шкала Хауна базується на розгортанні лис-

тя на головному стеблі і є корисною для поділу стадій вегетативного росту. За шкалою Хауна стадії 1–9 або вище представляють відповідно повну появу першого, другого, третього і наступних листків (L1, L2, L3 і т.д.) на головному стеблі. Метод класифікації розвитку пшениці Хауна є постійним тільки під час вегетативних стадій росту, але не дає

цифрового позначення стадій наливу зерна. Оскільки за появою пагонів розпочинається поява листя на головному стеблі в правильному і прогнозованому порядку, шкала Хауна вказує, які пагони сформувалися (або повинні сформуватися) на рослині. Перевага шкали Хауна полягає в можливості комп'ютеризації стадій розвитку пшениці.

Таблиця 2

Порівняння шкал фаз росту Задокса, Фікеса та Хауна

Шкала			Опис фази росту
Задокса (Zadoks)	Фікеса (Feekes)	Хауна (Haun)	
<b>Проростання</b>			
00			Суша насінина
01			Початок набульнявання насіння
03			Набульнявання насіння завершено
05			Поява зародкового корінця
07			Поява колеоптиле з каріопсису
09		0.0	Сходи: поява колеоптиле на поверхні ґрунту
<b>Розвиток листків</b>			
10	1		Перший листок проходить виходить з колеоптиля
11		1.+	Мікростадія першого листка
12		1.+	Мікростадія другого листка
13		2.+	Мікростадія третього листка
14		3.+	Мікростадія четвертого листка
15		4.+	Мікростадія п'ятого листка
16		5.+	Мікростадія шостого листка
17		6.+	Мікростадія сьомого листка
18		7.+	Мікростадія восьмого листка
19			Мікростадія дев'ятого та більше листків
<b>Кущення</b>			
20			Головний пагін
21	2		Головний пагін та 1 бічний
22			Головний пагін та 2 бічних
23			Головний пагін та 3 бічних
24			Головний пагін та 4 бічних
25			Головний пагін та 5 бічних
26	3		Головний пагін та 6 бічних
27			Головний пагін та 7 бічних
28			Головний пагін та 8 бічних
29			Головний пагін та 9 або більше бічних
<b>Подовження стебла (вихід у трубку)</b>			
30	4–5		Початок виходу в трубку
31	6		Поява 1-го вузла
32	7		Поява 2-го вузла
33			Поява 3-го вузла
34			Поява 4-го вузла
35			Поява 5-го вузла
36			Поява 6-го вузла
37	8		Поява прапорцевого листка
39	9		Поява язичка (лігули) прапорцевого листка
<b>Набрякання піхви прапорцевого листка</b>			
40			–
41		8–9	Піхва прапорцевого листка подовжується
43	10		Початок потовщення піхви листка
45	10	9.2	Потовщення піхви листка
47			Листкова піхва прапорцевого листка відкривається
49		10.1	Перший остюк помітний
<b>Поява колоса (колосіння)</b>			
50	10.1	10.2	Поява першого колоса – помітна верхня частина колосу
53	10.2		Виколосилась 1/4 колоса

Шкала			Опис фази росту
Задокса (Zadoks)	Фікеса (Feekes)	Хауна (Haun)	
55	10.3	10.5	Виколосилась 1/2 колоса
57	10.4	10.7	Виколосилося 3/4 колоса
59	10.5	11.0	Колос видно повністю
<b>Цвітіння</b>			
60	10.51	11.4	Початок цвітіння
65		11.5	Середина цвітіння
69		11.6	Кінець цвітіння
<b>Молочна стиглість</b>			
70			–
71	10.54	12.1	Вміст зернівок водянистий
73		13.0	Рання молочна стиглість
75	11.1		Середня молочна стиглість
77			Пізня молочна стиглість
<b>Воскова стиглість</b>			
80			–
83		14.0	Рання воскова стиглість
85	11.2		Воскова стиглість
87		15.0	Жовта стиглість – тверда воскова стиглість
<b>Достигання</b>			
90			–
91	11.3		Зернівка тверда (важко розрізати нігтем)
92	11.4	16.0	Зернівка тверда (важко подряпати нігтем)
93			Відокремлення зерна від колоскових лусок
94			Солома перестигла та ламка
95			Період спокою зернівки
96			Схожість зернівок 50%
97			Вихід зернівок із періоду спокою
98			Виникнення вторинного спокою
99			Втрата вторинного спокою

## Висновки

Знаходження відповідності між фізичним та біологічним часом розвитку рослин є визначальним для розроблення стратегії управління продуктивністю зернових культур. Знання щодо особливостей стадій та мікростадій розвитку культури має вирішальне значення у створенні ефективних технологічних карт вирощування зернових культур. Своєчасна та точна ідентифікація стадій розвитку рослин сільськогосподарських культур має надзвичайно важливе теоретичне та практичне значення.

Шкала Фікеса особливо корисна між стадіями 6 і 10,5, що відповідає періоду від появи першого вузла на початку подовження стебла (стадія 6) до завершення цвітіння (стадія 10.5). А тому шкала цікава тим, що детально описує критичний час для застосування листового фунгіциду та надалі проведення позакоренових підживлень рослин, спрямованих на підвищення якості зерна.

Шкала Хауна є корисною для класифікації стадій вегетативного росту зернових культур. Метод класифікації Хауна не дає цифрового позначення стадій наливу зерна.

Уніфікована розширена шкала ВВСН для встановлення стадій розвитку однодольних і дводольних культурних рослин і бур'янів набула поширення не тільки у Європі, а й в усьому світі. Однак, вона занадто ускладнена з погляду виробничника і часто-густо макростадії проходять занадто швидко для того, щоб можна було їх чітко ідентифікувати. Синхронність настання деяких макростадій ще більше заплутує виробничників у разі нерівномірного росту й розвитку рослин, спричиненого порушенням агротехнічних операцій. Однак, шкали ВВСН та Задокса найліпше підходять для створення систем точного землеробства та власне комп'ютеризації технології вирощування зернових культур.

## Використана література

1. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений: морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 1984. 240 с.
2. Herbek J., Lee C. Growth and Development. *A Comprehensive Guide to Wheat Management in Kentucky* / J. Herbek, C. Lee (eds). Lexington, KY : University of Kentucky, College of Agriculture, 2009. P. 7–12.
3. Zadoks J. C., Chang T. T., Konzak C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 1974. Vol. 14, Iss. 6. P. 415–421. doi: 10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x

4. Lancashire P. D., Bleiholder H., Van Den Boom T. et al. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* 1991. Vol. 119, Iss. 3. P. 561–601. doi: 10.1111/j.1744-7348.1991.tb04895.x
  5. Landes A., Porter J. R. Comparison of scales used for categorising the development of wheat, barley, rye and oats. *Ann. Appl. Biol.* 1989. Vol. 115, Iss. 2. P. 343–360. doi: 10.1111/j.1744-7348.1989.tb03393.x
  6. Large E. C. Growth stages in cereals illustration of the Feekes scale. *Plant Path.* 1954. Vol. 3, Iss. 4. P. 128–129. doi: 10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x
  7. Meier U. (ed.) BBCH-Monograph. Growth stages of plants / Entwicklungsstadien von Pflanzen / Estadios de las plantas / Stades de développement des plantes. Berlin, Wien : Blackwell, Wissenschafts-Verlag, 1997. 622 p.
  8. Зерновые культуры: выращивание, уборка, хранение и использование / под ред. Д. Шпаара. 3-е изд., испр. Киев : Зерно, 2012. 704 с.
  9. Kalenska S., Kalenski V., Kachura I. et al. Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield. *Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung : Internationale wissenschaftliche Konferenz (Bernburg-Strenzfeld, 18–19 Oktober 2012)*. Bernburg-Strenzfeld, 2014. P. 65–71.
  10. Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур / за ред. С. М. Каленської. Вінниця : ФОП Данилюк, 2011. 320 с.
  11. Stauss R. Compendium of growth stage identification keys for mono- and dicotyledonous plants: extended BBCH scale. Basel : Ciba-Geigy AG, 1994. 94 p.
  12. Wise K., Johnson B., Mansfield C., Krupke C. Managing Wheat by Growth Stage. *Purdue Extension Bulletin ID-422*. West Lafayette, IN : Purdue University, 2011. URL: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ID/ID-422.pdf>
  13. Miller T. D. Growth Stages of Wheat: Identification and Understanding Improve Crop Management. Texas A&M AgriLife Extension SCS199916. URL: <https://agriflivedn.tamu.edu/coastalbend/files/2017/06/growth-stages-of-wheat.pdf>
  14. Tottman D. R. The identification of growth stages in winter wheat with reference to the application of growth-regulator herbicides. *Ann. Appl. Biol.* 1977. Vol. 87, Iss. 2. P. 213–224. doi: 10.1111/j.1744-7348.1977.tb01877.x
  15. Каленська С., Токар Б., Ташева Ю. Управління стійкістю рослин зернових культур до вилягання. *Наук. вісник НУБіП України. Сер. : Агрономія*. 2015. Вип. 210, Ч. 1. С. 22–30.
  16. Keller C., Baggioini M. Les stades repères dans la végétation du blé. *Revue Romande d'Agriculture*. 1954. Vol. 10, Iss. 3. P. 17–30.
- References**
1. Kuperman, F. M. (1984). *Morfofiziologiya rasteniy: morfofiziolozhicheskiy analiz etapov organogeneza razlichnykh zhiznennykh form pokrytosemennykh rasteniy* [Plant morphophysiology. Morphophysiological analysis of organogenesis stages of various life forms of angiosperms]. (4<sup>th</sup> ed., rev.). Moscow: Vysshaya shkola. [in Russian]
  2. Herbek, J., & Lee, C. (2009). Growth and Development. In J. Herbek, & C. Lee (Eds.), *A Comprehensive Guide to Wheat Management in Kentucky* (pp. 7–12). Lexington, KY: University of Kentucky, College of Agriculture.
  3. Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14(6), 415–421. doi: 10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x
  4. Lancashire, P. D., Bleiholder, H., Van Den Boom, T., Langelüddeke, P., Stauss, R., Weber, E., & Witzemberger, A. (1991). A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.*, 119(3), 561–601. doi: 10.1111/j.1744-7348.1991.tb04895.x
  5. Landes, A., & Porter, J. R. (1989). Comparison of scales used for categorising the development of wheat, barley, rye and oats. *Ann. Appl. Biol.*, 115(2), 343–360. doi: 10.1111/j.1744-7348.1989.tb03393.x
  6. Large, E. C. (1954). Growth stages in cereals illustration of the Feekes scale. *Plant Path.*, 3(4), 128–129. doi: 10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x
  7. Meier, U. (Ed.). (1997). *BBCH-Monograph. Growth stages of plants / Entwicklungsstadien von Pflanzen / Estadios de las plantas / Stades de développement des plantes*. Berlin, Wien: Blackwell, Wissenschafts-Verlag.
  8. Shpaar, D. (2012). *Zernovye kultury: vyrashchivanie, uborka, khranenie i ispolzovanie* [Grain crops: cultivation, harvesting, storage and use]. (3<sup>th</sup> ed., rev.). Kyiv: Zerno. [in Russian]
  9. Kalenska, S., Kalenski, V., Kachura, I., Gonchar, L., & Matvienko, A. (2012). Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield. In *Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung: Internationale wissenschaftliche Konferenz* (pp. 65–71). Oktober 18–19, 2012, Bernburg-Strenzfeld.
  10. Kalenska, S. M. (Ed.). (2011). *Nasinnieznavstvo ta metody vyznachennia yakosti nasinnia silskohospodarskykh kultur* [Seed science and methods for determining the quality of the seed crops]. Vinnytsia: FOP Danyliuk. [in Ukrainian]
  11. Stauss, R. (1994). *Compendium of growth stage identification keys for mono- and dicotyledonous plants: extended BBCH scale*. Basel: Ciba-Geigy AG.
  12. Wise, K., Johnson, B., Mansfield, C., & Krupke, C. (2011). Managing Wheat by Growth Stage. *Purdue Extension Bulletin ID-422*. West Lafayette, IN : Purdue University. Retrieved from <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ID/ID-422.pdf>
  13. Miller, T. D. (1999). Growth Stages of Wheat: Identification and Understanding Improve Crop Management. *Texas A&M AgriLife Extension SCS199916*. Retrieved from <https://agriflivedn.tamu.edu/coastalbend/files/2017/06/growth-stages-of-wheat.pdf>
  14. Tottman, D. R. (1977). The identification of growth stages in winter wheat with reference to the application of growth-regulator herbicides. *Ann. Appl. Biol.*, 87(2), 213–224. doi: 10.1111/j.1744-7348.1977.tb01877.x
  15. Kalenska, S., Tokar, B., & Tasheva, Yu. (2015). **Management of cereal crops resistance to sinking**. *Naukovyi visnyk NUBIP Ukrainy. Seriya: Ahronomiia* [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Agronomy], 210(1), 22–30. [in Ukrainian]
  16. Keller, C., & Baggioini, M. (1954). Les stades repères dans la végétation du blé. *Revue Romande d'Agriculture*, 10(3), 17–30.

УДК 633.1

Каленская С. М.<sup>1\*</sup>, Присяжнюк О. И.<sup>2\*</sup>, Половинчук А. Ю.<sup>2</sup>, Новицкая Н. В.<sup>1</sup> Сравнительная характеристика шкал роста и развития зерновых культур // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 4. С. 406–414. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906>

<sup>1</sup>Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина, \*e-mail: [svitlana.kalenska@gmail.com](mailto:svitlana.kalenska@gmail.com)

<sup>2</sup>Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, \*e-mail: [olpris@mail.ru](mailto:olpris@mail.ru)

**Цель.** Сравнить шкалы роста и развития зерновых культур. **Результаты.** На основе обобщения известных шкал роста и развития зерновых культур – Фикеса (Feekes scale), Хауна (Haun scale), Задокса (Zadoks scale), ВВСН, Куперман и Семенова, Келлер–Баглиони – разработаны сравнительные таблицы и соответствия между физическим и биологическим временем развития растений. Полученная информация имеет важное значение для создания эффективных технологических карт выращивания зерновых культур, ведь именно применение теоретических знаний помогает своевременно и точно идентифицировать стадии развития растений и своевременно выполнять соответствующие агротехнические приемы ухода за ними. В шкалах стандартизированные цифровые обозначения используются для фаз или стадий роста и развития, которые имеют одинаковое значение, независимо от года, региона или типа (подтипа, сорта) зерновой культуры. Цифровые обозначения имеют преимущества

перед описательными, когда информация заносится в компьютер. Самыми распространенными считаются шкалы Фикеса (Feekes scale), Хауна (Haun scale), Задокса (Zadoks scale) и унифицированная расширенная шкала ВВСН. **Выводы.** Шкала Фикеса особенно полезна между стадиями 6 и 10,5, что соответствует периоду от появления первого узла в начале удлинения стебля (стадия 6) до завершения цветения (стадия 10,5). Шкала Хауна является полезной для классификации стадий вегетативного роста зерновых культур. Для создания систем точного земледелия и собственно компьютеризации технологии выращивания зерновых культур больше всего подходит унифицированная расширенная шкала ВВСН.

**Ключевые слова:** рост и развитие зерновых культур; шкала Фикеса (Feekes scale); шкала Хауна (Haun scale); шкала Задокса (Zadoks scale); унифицированная расширенная шкала ВВСН; шкала – система Куперман и Семенова; шкала Келлер–Баглиони.

UDC 633.1

Kalenska, S. M.<sup>1\*</sup>, Prysiazhniuk, O. I.<sup>2\*</sup>, Polovynchuk, O. Yu.<sup>2</sup>, & Novytska, N. V.<sup>1</sup> (2018). Comparative characteristics of the growth and development of grain crops. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(4), 406–414. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906>

<sup>1</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine, \*e-mail: [svitlana.kalenska@gmail.com](mailto:svitlana.kalenska@gmail.com)

<sup>2</sup>Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, \*e-mail: [olpris@mail.ru](mailto:olpris@mail.ru)

**Purpose.** To compare scales of grain crops growth and development. **Results.** Based on the generalization of the well-known scales of grain crops growth and development – Feekes scale, Haun scale, Zadoks scale, BBCH, Kuperman and Semenova, Keller-Baglioni – comparative tables and correspondences between physical and biological time of plant development were worked out. The obtained information is of great importance for the creation of effective technological maps of growing crops, because it is the application of theoretical knowledge that helps in a timely and accurate manner to identify the stages of plant development and timely perform the appropriate agrotechnical methods. In scales, standardized numerical designations are used for phases or stages of growth and development that have the same meaning, regardless of the year, region, or type (subtype, variety) of a grain crop. Digital signs

have advantages over descriptive when entering information into a computer. The most common are the Feekes scale, Haun scale, Zadoks scale, and the unified extended BBCH scale. **Conclusions.** The Feekes scale is particularly useful between stages 6 and 10.5, which corresponds to the period from the appearance of the first node at the beginning of the stem elongation (stage 6) to the end of flowering (stage 10.5). The Haun scale is useful for the classification of the vegetative growth stages of grain crops. For the creation of precision farming systems and the actual computerization of cereal production, the unified extended BBCH scale is most suitable.

**Keywords:** growth and development of grain crops; Feekes scale; Haun scale; Zadoks scale; unified extended BBCH scale; scale – the system Kuperman and Semenova; Keller-Baglioni scale.

Надійшла / Received 05.11.2018  
Погоджено до друку / Accepted 28.11.2018