

of chlorophyll increases from 11.1–14.2 kg/ha in the variant without fertilizers to 16.7–17.2 kg/ha in the variant $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Riverm 3% for keeping the rows as bare fallow. Growing currant plants under alkanization increases it from 7.6–8.9 to 12.1–13.0 kg/ha, respectively, depending on the maintenance of the axillary rows. It is optimal to grow black currants with the application of fertilizers $N_{60}P_{90}K_{90}$ + Riverm 3% with maintenance of the rows as bare fallow and mulching of the axillary strips with straw or mulch film.

Keywords: currants; elements of the agricultural technology; chlorophyll.

Надійшла / Received 08.02.2020

Погоджено до друку / Accepted 27.02.2020

УДК 633.174

Особливості ідентифікації етапів росту сорго зернового

О. І. Присяжнюк

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: ollpris@gmail.com

Мета. Вивчити етапи росту сорго зернового на прикладі застосування шкали Вандерліпа та Рівеса на сортах сорго вітчизняної селекції. **Методи.** Польові дослідження проводились впродовж 2012–2018 рр. в ґрунтово-кліматичних умовах ДПДГ «Саливківське», розташованого в Правобережному Лісостепу України. Для досліджень використовували сорти сорго зернового вітчизняної селекції, а особливості прояву етапів росту ідентифікували візуально та на основі особливостей формування органів рослин сорго на ембріональному рівні. **Результати.** Шкала Вандерліпа та Рівеса описує етапи росту сорго в масштабі від 0 до 9 та ґрунтується на візуальному прояві ознак. Визначено, що на етапі появи сходів (Етап 0) критичним є вплив факторів навколишнього середовища та агротехнічних прийомів. А от у фазу 3 листків (Етап 1) рослини не можуть ефективно конкурувати з бур'янами. У фазу 5 листків (Етап 2) рослини чутливі до негативного впливу шкідників та бур'янів. Також нестача елементів живлення, вологі чи повітряна посуха можуть значно зменшити врожайність. Диференціація точки росту (Етап 3) відповідає періоду швидкого росту рослин сорго, а тому нестача рухомих форм азоту може викликати обмеження росту. А от під час появи прапорцевого листка (Етап 4) на потенційний рівень продуктивності рослин сорго чинять вплив фактори наявності елементів живлення та вологі в ґрунті. Також на цьому етапі необхідно продовжувати боротьбу зі шкідниками. Під час викидання волоті (Етап 5) та цвітіння (Етап 6) рослини найбільш критично реагують на забезпечення вологою та на настання найбільш посушливих умов вегетаційного періоду. На етапі молочної стиглості (Етап 7) посуха сповільнює темпи наливу зерна, а надмірна вологість сприяє розвитку хвороб. **Висновки.** За застосування шкали Вандерліпа та Рівеса для ідентифікації етапів росту не потрібно використовувати спеціальні знання особливостей формування органів соргових культур на ембріональному рівні. В той же час вона співставна з іншими шкалами і рівномірно висвітлює основні фази росту та розвитку рослин.

Ключові слова: ріст та розвиток сорго; шкала Вандерліпа та Рівеса (Vanderlip, Reeves).

Вступ

Онтогенез рослин сорго зернового невідривно пов'язаний з фізіологічними змінами, видимою ідентифікацією яких є настання відповідних етапів росту та розвитку. Власне

знання їх особливостей дозволяє не тільки визначити фактори впливу, а й дослідити критичні періоди росту та розвитку рослин [1–3].

Коригуючи елементи агротехніки, можна значною мірою регулювати швидкість проходження фенофаз росту й розвитку рослин, а отже і визначати рівень їх продуктивності. А мінімізація ризиків негативного впливу критичних факторів дозволяє зменшити витрати на вирощування за високого рівня продуктивності сорго зернового [4, 5].

Так, з етапами росту та розвитку тісно пов'язані морфологічні та біологічні показники й особливості реалізації генетичної програми рослин сорго зернового. Адже на формування та наливання зерна впливають не тільки елементи агротехніки, а й особливості перебігу погодних умов та різна тривалість фенологічних фаз розвитку рослин, яка й може визначати інтенсивність впливу основних факторів умов вирощування [6].

Найбільш широкого розповсюдження набула шкала, розроблена Ф. М. Куперман, відповідно до якої у сорго можна ідентифікувати 12 етапів органогенезу. Однак вона має цілий ряд недоліків, пов'язаних з точністю визначення етапів органогенезу в польових умовах [7].

По мірі вдосконалення знань з фізіології сорго та практичного використання шкал виникла потреба в актуалізації інформації та спрощенні їх практичного застосування. Відповідно значного поширення набула і шкала Вандерліпа та Рівеса, розроблена спеціально для висвітлення етапів росту та розвитку соргових культур [8–10].

Зважаючи на те, що дана шкала є однією з найбільш повних, міжнародно визнаних та найбільш поширених, **метою роботи** було вивчення етапів росту сорго зернового на прикладі застосування шкали Вандерліпа та Рівеса за використання сортів сорго вітчизняної селекції.

Матеріали та методика досліджень

Польові дослідження з ідентифікації етапів росту сорго зернового проводили в 2012–2018 рр. на ділянках, закладених на ДПДГ «Саливківське» (с. Ксаверівка друга, Васильківський р-н, Київська обл.), що розташована в Центральному Лісостепу України, в зоні нестійкого зволоження.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений з вмістом гумусу – 3,21 % (за методом Тюріна), азоту лужногідролізованого – 156 мг/кг ґрунту (за методом Корнфільда), рухомих сполук фосфору та калію – 77 і 89 мг/кг ґрунту (за методом Чирікова), рН сольове – 6,4. Ґрунтові води залягали на глибині 2,6–4,3 м.

А отже, загалом погодні умови росту та розвитку соргових культур впродовж 2012–2018 рр. можна охарактеризувати як сприятливі – висока сума активних температур, перевищення середньорічних температур повітря на 1,2–3,1 °С вище норми та часткова компенсація нестачі вологи опадів за рахунок близько розташованих ґрунтових вод.

Сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor*) найбільш поширене з усіх видів сорго, що вирощується як хлібна, технічна і кормова рослина. Поширення набули низькорослі малокущисті форми, заввишки 90–175 см. Утворює щільні кім'ясті волоті з відкритим голим зерном. Серцевина стебла суха або напівсуха, центральна жилка листка дорослої рослини має жовтувато-біле або біле забарвлення. Зерно містить 61–68 % крохмалю, 7,8–16,7 % білка, 1,7–6,5 % жиру, з нього виробляють борошно, крупу, спирт, крохмаль та інше. Зерно і зелену масу використовують на корм великій рогатій худобі.

Для проведення досліджень використовувались такі сорти: Утлюг/ Utliuh, СВАТ/ SVAT, Ярона/ Yarona, Смотрич/ Smotrych, Південне/ Pivdenne, Дніпрельстан/ Dniprel'stan, Краєвид/ Kraievud, Лан 59/ Lan 59, Дніпровський 39/ Dniprovs'kyi 39, Одеський 205/ Odes'kyi 205.

Для визначення особливостей шкали Вандерліпа та Рівеса, розробленої спеціально для визначення стадій росту та розвитку соргових культур, проводили порівняння фенологічних фаз та етапів органогенезу, віднаходячи спільні риси на основі особливостей формування органів рослин сорго зернового на ембріональному рівні [9].

Результати досліджень

Дослідження особливостей прояву етапів росту сорго зернового та їх впливу на формування елементів продуктивності проводили в умовах ДП ДГ «Саливківське» (с. Ксаверівка друга, Васильківський р-н, Київська обл.).

Сорти сорго звичайного (двокольорового) *Sorghum bicolor* L. вітчизняної селекції представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Сорти сорго звичайного (двокольорового) *Sorghum bicolor* L. вітчизняної селекції

Сорт	Заявник	Рекомендована зона вирощування	Напрямок використання	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Середня урожайність, т/га
Утлюг / Utliuh	Інститут зернових культур НААН України	Степ, Лісостеп	зерновий	110	5,60
СВАТ/ SVAT		Степ	зерновий	99	4,30
Ярона/ Yarona		Степ	зерновий	117	4,70
Смотрич / Smotrych		Степ	зерновий	102	5,10
Південне / Pivdenne		Степ	зерновий	100	4,80
Дніпрельстан / Dniprel'stan		Степ, Лісостеп	зерновий	98	4,20
Краєвид / Kraievud		Степ	зерновий	95	3,90
Лан 59 / Lan 59	Інститут зернових культур НААН України та Синельниківська СДС Інституту зернових культур	Степ, Лісостеп	зерновий	110	4,70
Дніпровський 39 / Dniprovs'kyi 39		Степ	харчовий	105	4,50
Одеський 205 / Odes'kyi 205	Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення	Степ	зерновий	110	3,70
НІР _{0,05}				5	0,31

За даними Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні в 2019 році зареєстровано 75 сортів сорго звичайного, з них 10 вітчизняної селекції [17]. Окрім сортів, що доволі добре себе зарекомендували у виробництві – Дніпрельстан, Краєвид, Лан 59, Дніпровський 39, Одеський 205, є цілий ряд сучасних сортів.

Зважаючи на сприятливі погодні умови в роки досліджень, добре себе показали сучасні сорти сорго зернового: Утлюг, Смотрич, Південне, Ярона, що формували урожай на рівні 4,7–5,6 т/га.

В закордонній науковій та практичній літературі однією з найбільш часто використовуваних є шкала Вандерліпа та Рівеса, розроблена спеціально для висвітлення стадій росту та розвитку соргових культур [14]. А тому спостереження стадій росту досліджуваних соргових культур ми вивчали з точки зору відповідності до даної шкали, так як вона є абсолютно співставною з іншими шкалами, висвітленими в таблицях 1 та 2.

Вандерліп та Рівес (Vanderlip і Reeves) в 1972 створили шкалу росту та розвитку, в якій описали етапи росту сорго в масштабі етапів росту від 0 до 9. Зважаючи на потребу гармонізації стадій росту сорго з даною шкалою за підготовки наукових праць до публікації

в міжнародних виданнях, варто окремо зупинитись на основних етапах росту та розвитку відображених в ній етапів (табл. 2).

Таблиця 2

Ідентифікація етапів росту сорго зернового відповідно до шкали Вандерліпа та Рівеса (сформовано за даними польових досліджень 2012–2018 рр.)

Номер етапу росту та розвитку	Час настання від сходів, діб	Орієнтовна тривалість фази, діб	Коротка характеристика етапу
0	–	0	Поява сходів: колеоптиле видно на поверхні ґрунту
1	10–20	6	Фаза третього листка. Лігулу третього листка видно
2	16–26	10	Фаза п'ятого листка. Лігулу п'ятого листка видно
3	26–36	16	Диференціація точки росту (закладання волоті): приблизно відповідає фазі дев'ятого листка
4	42–52	18	Поява кінчика прапорцевого листка. Поява лігули прапорцевого листка
5	60–70	10	Листкова піхва прапорцевого листка відкривається. Поява волоті
6	70–80	8	Цвіте 50 % рослин. Половина рослин мають достиглі пиляки
7	78–88	12	Молочна стиглість
8	90–100	16	Воскова стиглість
9	106–116	10	Фізіологічна стиглість: Чорна цятка біля основи насіння

Етап 0 (Поява сходів): Фенологічна фаза розпочинається, коли сходи сорго з'являються над поверхнею ґрунту, та може бути ідентифікована відповідно до появи колеоптиле на поверхні ґрунту.

Критичним для тривалості проходження рослинами даної фенофази та утворення рівномірних сходів є вплив факторів навколишнього середовища та агротехнічних прийомів. Так, тривалість появи сходів сорго змінюється залежно від глибини сівби, вологості ґрунту та його температури, ущільнення ґрунту та енергії проростання насіння. Відповідно слід уважно ставитись не тільки до забезпечення якісної підготовки ґрунту та висівання насіннєвого матеріалу з хорошими показниками схожості і енергії проростання, а й правильно обирати строки сівби. Адже занадто ранні строки сівби призводять до повільного росту за рахунок недостатнього прогрівання ґрунту, а пізні – за рахунок відсутності достатньої кількості вологи.

Етап 1 (фаза 3 листків): Рослини мають три повністю розвинені листки, а лігулу третього листка чітко видно. Ця фаза настає в проміжку часу від 10 до 20 діб після появи сходів, залежно від температури ґрунту і доступної рослинам вологи.

Оскільки рослини повільно ростуть, мають відносно невеликі розміри та площу листків, то вони не можуть ефективно конкурувати з бур'янами. А тому недостатня увага, приділена контролюванню бур'янів на цьому етапі, може серйозно знизити врожайність. Бажано також провести міжрядне розпушування ґрунту для кращого збереження ґрунтової вологи. Рослини в цей період також можуть пошкоджуватись шведською (*Oscinella frit* L., *O. pusilla* Mg.) та гессенською мухами (*Mayetiola destructor* S.).

Етап 2 (фаза 5 листків): Рослини мають п'ять повністю розвинених листків, а лігулу п'ятого листка чітко видно. Точка росту все ще перебуває нижче поверхні ґрунту. Рослина починає активний ріст та накопичення поживних речовин, особливо це стосується кореневої системи. Рослини сорго в цю фазу досягають орієнтовної висоти 50 см.

В цей період росту та розвитку сорго слід продовжити боротьбу зі шкідниками та бур'янами, адже рослини все ще надзвичайно чутливі до їх впливу. Нестача рухомих форм

елементів живлення та вологи в ґрунті чи повітряна посуха також можуть значно зменшити рівень врожайності. Водночас тривала холодна, волога та похмура погода спричиняє фіолетовий відтінок листків, що інколи помилково відносять до хлорозів або наслідків застосування пестицидів.

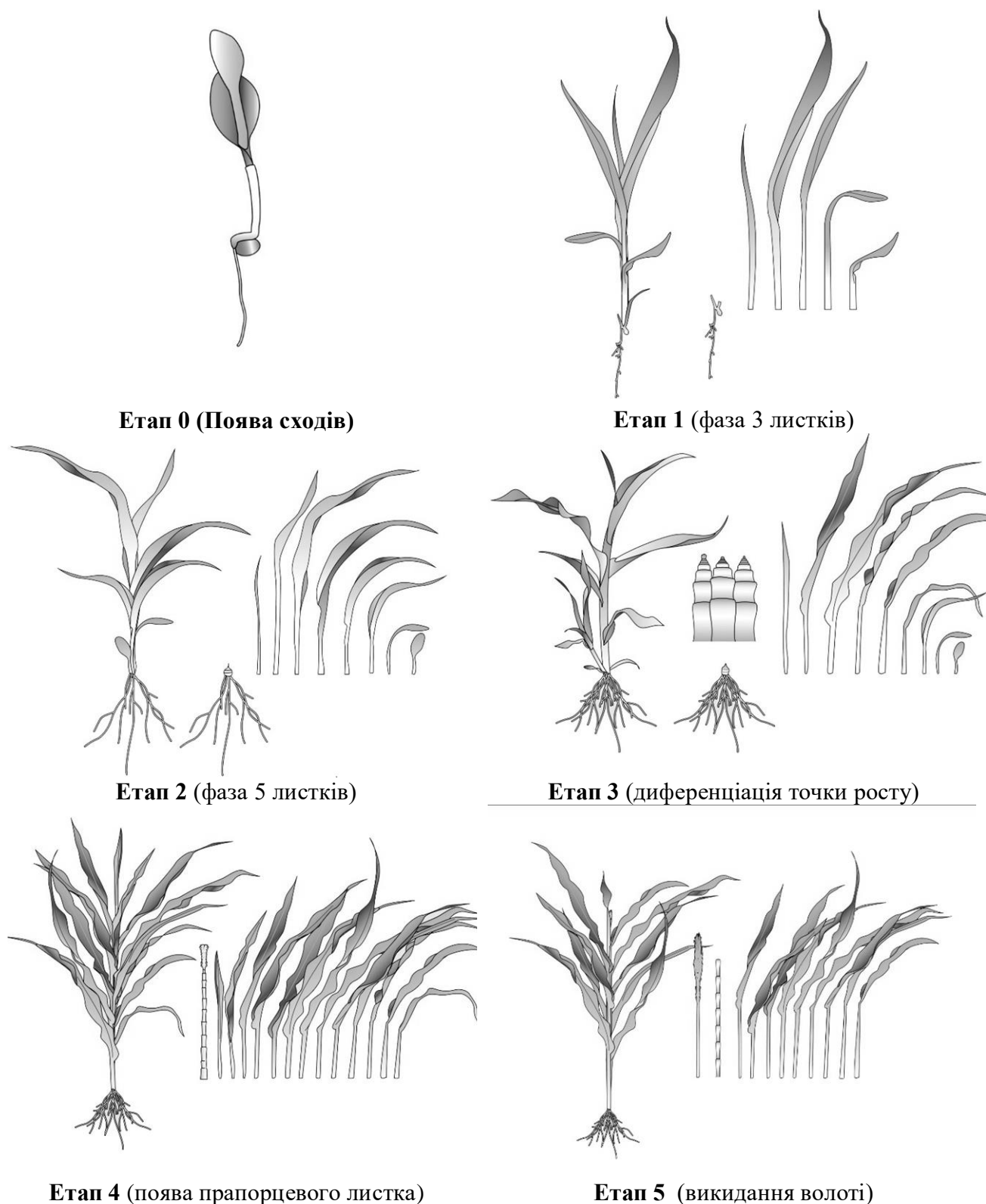


Рис. 1. Основні етапи росту та викидання волоті за Вандерліпом та Рівесом

Етап 3 (диференціація точки росту): В цей проміжок часу відбувається перехід від вегетативної (формування листя) до репродуктивної фази (закладання волоті). Точка росту знаходиться над поверхнею ґрунту, та рослини мають максимальний рівень росту і поглинання поживних речовин. Висота рослин становить 95–100 см, та в дану фазу може бути сформовано 9–10 листків залежно від групи стиглості сорту.

Ріст та поглинання поживних речовин відбуваються швидко, а тому може спостерігатись тимчасова нестача елементів живлення. Відповідно для уникнення азотного голодування та сприяння активному росту рекомендується застосовувати позакореневе підживлення азотними добривами. Культивуація міжрядь сприяє не тільки збереженню ґрунтової вологи, а й активному росту кореневої системи. Рослини можуть інфікуватись бактеріозом, червоною бактеріальною плямистістю (*Pseudomonas hoici* Kendrick), або гельмінтоспоріозом (*Helminti-sporium turcicum* Pass.), а також пошкоджуватись личинками пильщика хлібного (*Cephus pygmaeus* L.), що призводять до загибелі рослини за рахунок пошкодження стебла.

Етап 4 (поява прапорцевого листка). Етап настає близько 42–52-ої доби від появи сходів і ідентифікується за появою кінчика прапорцевого листка. На даному етапі в рослин сорго спостерігається активний лінійний ріст стебла та збільшення площі листя. Всі листки, крім верхніх 3–4, мають максимально широкі та розгорнуті листкові пластинки, а базальні (нижні) 3–5 листків втрачені внаслідок природніх процесів старіння. Рослини сорго на даному етапі росту та розвитку формують висоту 115–120 см.

В даній фенологічній фазі рослини сорго поглинають калію > 40 %, азоту > 30 %, фосфору > 20 % від загального споживання елементів живлення з ґрунту. А також в даний період формується близько 20 % біомаси відносно загального рівня накопичення.

В дану фенологічну фазу негативний вплив на рівень продуктивності рослин сорго чинять фактори відсутності достатньої кількості елементів живлення та вологи в ґрунті, необхідно продовжувати боротьбу зі шкідниками. Водночас культивуації міжрядь уже не бажані, так як рослини занадто високі та можуть пошкоджуватись і втрачатись частина листків або ж ламатись стебла. Крім того, розпушування ґрунту може призвести до обрізання лапами культиватора частини коренів кореневої системи, що відповідно зменшує обсяги поглинання ґрунтової води та засвоєння поживних речовин.

Етап 5 (викидання волоті). Листкова піхва прапорцевого листка відкривається та з'являється волоть. Викидання волоті розпочинається близько 60–70-ї доби від появи сходів. По суті на даному етапі росту та розвитку волоть повністю сформована та рослини формують максимальні параметри площі листової поверхні. Рослини сорго мають висоту 125–130 см та верхнє міжвузля, так званий «квітконос», починає витягуватися.

Етап є критичним щодо забезпечення вологою, а тому на даному етапі окупність поливної води врожаєм максимальна і застосування зрошення є особливо необхідним за фіксації сильної посухи - впродовж більш ніж 10 днів.

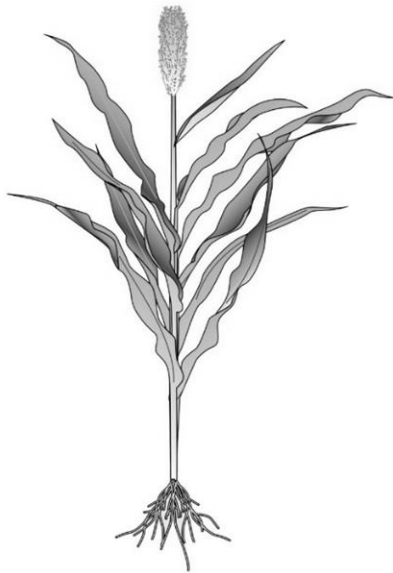
Не зважаючи на те, що довжина квітконоса генетично визначена і типова для конкретного гібриду, дія стресових чинників під час проходження рослинами 5 етапу може призвести до значного її зменшення. Це може призвести до неповного виколошування волоті, порушення процесу цвітіння – запилення та формування значно меншої кількості зернівок.

Етап 6 (цвітіння). Цвітіння відбувається через 5–7 днів після викидання волоті і повний етап фіксується за цвітіння 50 % і більше рослин, настає приблизно через 70–80 діб з моменту появи сходів. Рослина має висоту 150–160 см. Цвітіння починається від її кінчика до нижньої частини волоті. А тому в плані індивідуального визначення етапу для рослин сорго правомірно відзначати тоді, коли на рослині в 50 % пиляків є достиглий пилок.

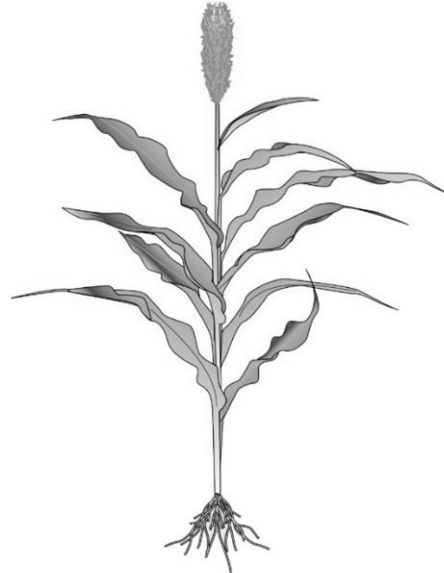
На цьому етапі будь-яка втрата листової поверхні більше не може бути компенсована формуванням нових листків. Сильний стрес під час цвітіння може призвести до редукції закладених квіток, формування волоті з меншою кількістю зернівок та зернівок з низькою масою 1000 насінин [18, 19]. А тому вибір сорту з відповідною тривалістю вегетаційного

періоду та строків сівби є важливим, адже цвітіння не повинно припадати на найбільш посушливі умови вегетаційного періоду.

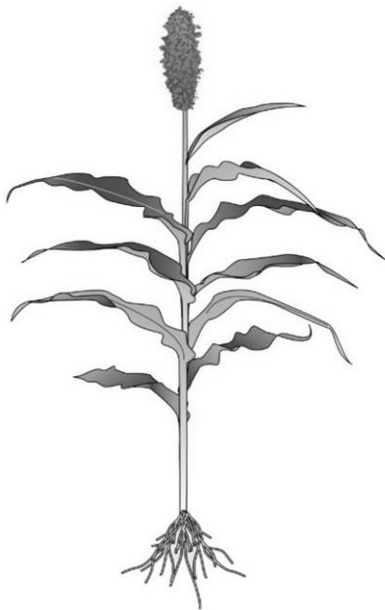
На цьому етапі рослини сорго вже накопили до 50 % від загальної за вегетацію вегетативної маси. Також, порівняно з кінцевим вмістом поживних речовин, накопичення поживних речовин становить 60 % для фосфору, 70 % для азоту та > 80 % для калію.



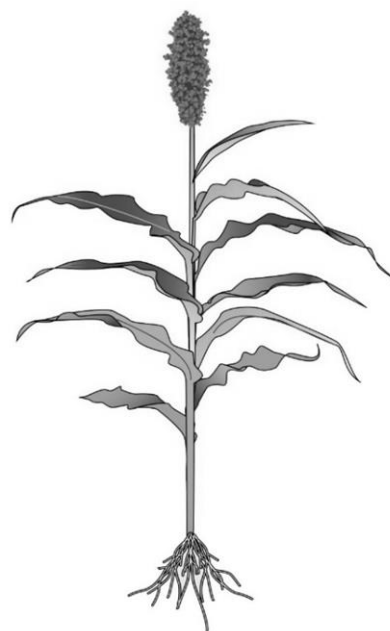
Етап 6 (цвітіння)



Етап 7 (молочна стиглість)



Етап 8 (воскова стиглість)



Етап 9: (фізіологічна стиглість)

Рис. 2. Основні етапи цвітіння та досягання за Вандерліпом та Рівесом

Етап 7 (молочна стиглість). Після цвітіння розвиток насіння проходить через різні стадії молочної стиглості від консистенції (при роздавлюванні) молока до м'якого тіста. Остання стадія молочної стиглості може бути ідентифікована таким чином: насінина стискується між пальцями і молокоподібної рідини виділяється мало або вона взагалі відсутня. Фенологічна фаза настає приблизно через 78–88 діб від появи сходів. Рослини досягають висоти 170 см та мають від 8 до 10 листків.

Формування зернівок у волоті сорго починається відразу після цвітіння, дуже швидко іде налив, в тому числі і за рахунок накопиченої до фази цвітіння близько 50 % сухої речовини. За рахунок перерозподілу запасних речовин від стебла до зерна спостерігається втрата маси стебел. Однак формування зерна є головним пріоритетом для рослин, а тому рослини сорго сформували в процесі еволюції доволі цікавий спосіб. Сильний стрес на цьому етапі призводить до скорочення тривалості періоду наливу зерна і до формування невиповнених, легких зернівок.

Врожайність сорго напряму залежить від швидкості накопичення біомаси, а тому стресові фактори та посуха на цьому етапі значно сповільнюють темпи наливу зерна. В той же час висока вологість після цвітіння призводить до появи фузаріозної плісняви або зеленої плісняви (*Penicillium* Link et Fr., *Fusarium* Link, *Aspergillus* Mich. et Fr., *Trichotecium* Link.) та втрати маси і якості зерна. Поширення покривної сажки (*Sphacelotheca sorghi* Clint), летючої сажки (*Sphacelotheca reiliana* Clint.), дрібнопухирчатої сажки (*Sphacelotheca cruenta* Potter), нігроспоріозу (*Nigro-spora oryzae* Fetch.) призводить до зменшення загального збору зерна, а також до ураження партії зерна збудниками хвороб.

Етап 8 (воскова стиглість). На цьому етапі зернівка не роздавлюється, але ріжеться як віск. Фаза розпочинається приблизно через 90–100 діб з моменту появи сходів. Зерно досягає 75 % остаточної сухої маси, а поглинання поживних речовин майже завершено. Нижні листи втрачають функціональність внаслідок міграції поживних речовин до зерна або старіння.

Серйозний стрес на цій стадії росту все ще може знизити масу зернівок, але не настільки, наскільки це можливо на стадії молочної стиглості. Рослини сприйнятливі до вилягання внаслідок негативного впливу шкідників, хвороб або ж потужного буревію.

На цьому етапі коренева система також може ушкоджуватись гнилями. Похмура погода з тривалими дощами призводить до знебарвлення та втрати маси зерна, що особливо актуально для зернового сорго.

Етап 9 (фізіологічна стиглість). Ця стадія може бути ідентифікована, коли у базальній частині насіння з'являється темна пляма (чорна цятка), зовнішній вигляд якої сигналізує про закінчення надходження запасних поживних речовин від рослини до насіння. Фізіологічна стиглість настає приблизно через 106–116 діб від появи сходів. Вміст вологи в насінні на цій стадії змінюється в межах від 25 % до 35 %, а насіння формує максимальну суху масу.

Ріст та розвиток рослин соргових культур також умовно розділюються на три періоди. Ця шкала росту та розвитку рослин соргових культур запропонована Eastin в 1972 році. Перший період триває від появи сходів до формування волоті (GS1), другий період – від формування волоті до цвітіння (GS2), третій – від цвітіння до фізіологічної стиглості (GS3).

Перший період росту (GS 1) характеризується вегетативним ростом. Рослини сорго формують вегетативні органи, які в кінцевому рахунку визначатимуть ефективність формування і наливу зернівок. Тривалість періоду значною мірою залежить від температури повітря та кількості листків на головному стеблі гібрида. Чим більше сформовано листків, тим триваліший вегетаційний період, що сприяє реалізації генетичного потенціалу продуктивності на вищому рівні. Ранньостиглі гібриди формують як правило 15 листків на рослину, середньо- та пізньостиглі гібриди по 17 та 19 листків.

Сорго може адаптуватись до стресу від посухи, граду і низьких температур у фазу GS I з невеликим негативним впливом на врожайність. Але бур'яни та шкідники, якщо з ними не боротися, можуть завдати непоправної шкоди культурі.

Другий етап росту, GS 2, є періодом, коли формуються репродуктивні органи волоті та визначається кількість насіння на рослину. Відповідно все, що перешкоджає формуванню волоті впродовж цього періоду, зменшує кількість насіння та знижує врожайність зерна.

Даний етап починається з формування волоті і триває аж до цвітіння. Потужні стресові навантаження, а особливо нестача вологи, в цей час можуть перешкоджати утворенню волоті, її виколюванню та призводити до неповного цвітіння, втрати кількості квіток та зменшення врожаю зерна.

Третій і останній етап росту GS3 починається з цвітіння і продовжується до тих пір, поки накопичення сухої речовини в зерні не зупиниться з появою чорного шару поблизу точки прикріплення насінини до волоті.

Екологічний стрес від надмірних температур повітря або посухи зазвичай не впливає на запилення, але пізнє застосування гербіцидів на посівах сорго може суттєво перешкоджати формуванню насіння і суттєво знижувати врожайність. У цей час рослини також є найбільш чутливими до вилягання, що є наслідком сильної посухи, ураження хворобами листового апарату та волоті та ушкодження комахами.

Висновки

У вітчизняній практиці прийнято використовувати шкалу, розроблену Ф.М. Куперман. Так, відповідно до цієї шкали у сорго можна ідентифікувати 12 етапів органогенезу. Однак визначення етапів органогенезу є занадто складним на практиці та окрім відповідних навичок потребує й використання наукового обладнання. Шкала Вандерліпа та Рівеса розроблена спеціально для висвітлення стадій росту та розвитку соргових культур та відображає основні етапи росту сорго в масштабі етапів росту від появи сходів (0) до фізіологічної стиглості (9). На відміну від шкали етапів органогенезу Ф. М. Куперман для ідентифікації етапів росту не потрібно використовувати спеціальні знання особливостей формування органів сорго зернового на ембріональному рівні.

В Державному реєстрі сортів рослин придатних до поширення в Україні в 2019 році зареєстровано 75 сортів сорго звичайного, з них 10 вітчизняної селекції. Окрім сортів, що доволі добре себе зарекомендували у виробництві: Дніпрельстан, Краєвид, Лан 59, Дніпровський 39, Одеський 205, є цілий ряд сучасних сортів: Утлюг, Смотрич, Південне, Ярона, що забезпечують урожай на рівні 4,7–5,6 т/га.

Використана література

1. Rao S. S., Seetharama N., Kiran Kumar K.A., Vanderlip R. L. Characterization of Sorghum Growth Stages. NRCS Bulletin Series no.14. National Research Centre for Sorghum, Rajendranagar, Hyderabad 2004. 500 030, (AP), India. 20 pp.
2. Макаров Л. Х. Соргові культури. Херсон : Айлант, 2006. 264 с.
3. Berenji J., Dahlberg J. Perspectives of sorghum in Europe. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2004. Vol. 1905. P. 332–338. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037x.2004.00102.x>
4. Bohnert H. J., Nelson D. E., Jensen R. G. Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell*. 1995. Vol. 7. P. 1099–1111. <https://doi.org/10.2307/3870060>
5. Рудник-Іващенко О. І., Сторожик Л. І. Стан і перспективи соргових культур в Україні. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 10. С. 198–206.
6. Коломиец Н. Я. Интенсивность начального роста сорго – важный селекционный признак. *Селекция и семеноводство*. 2003. № 2. С. 25–27.
7. Куперман Ф. Н. Морфофизиология растений. Москва : Высшая школа, 1984. 240 с.
8. Smith C. W., Frederiksen R. A. Sorghum: Origin, History, Technology, and Production, New York : John Wiley & Sons, 2000. 840 p.
9. Vanderlip R. L., Reeves H. E. Growth stages of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Crop Sci*. 1972. Vol. 64. P. 13–16 <https://doi.org/10.2134/agronj1972.00021962006400010005x>
10. Sanjana Reddy P. Sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Millet and Sorghum*. 2017. 1–48. <https://doi.org/10.1002/9781119130765.ch1>

References

1. Rao, S. S., Seetharama, N., Kiran Kumar, K. A., & Vanderlip R. L. (2004). Characterization of Sorghum Growth Stages. NRCS Bulletin Series no.14. National Research Centre for Sorghum, Rajendranagar, Hyderabad, (AP), India.
2. Makarov, L. Kh. (2006). *Sorhovi kultury* [Sorghum crops]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian]
3. Berenji, J., & Dahlberg, J. (2004). Perspectives of sorghum in Europe. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 1905, 332–338. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037x.2004.00102.x>

4. Bohnert, H. J., Nelson, D. E., & Jensen, R. G. (1995). Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell*, 7, 1099–1111. <https://doi.org/10.2307/3870060>
5. Rudnyk-Ivashchenko, O. I., & Storozhyk, L. I. (2011). Status and prospects of sorghum crops in Ukraine. *Visnyk centru naukovo zabezpechennja APV Harkivs'koi oblasti* [Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region], 10, 198–206. [in Ukrainian]
6. Kolomiets, N. Ya. (2003). Intensity of initial sorghum growth is an important breeding feature. *Selektsiya i semenovodstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 2, 25–27. [in Russian]
7. Kuperman, F. M. (1984). *Plant morphophysiology. Morphophysiological analysis of organogenesis stages of various life forms of angiosperms*. (4th ed., rev.). Moscow: Vysshaya shkola. [in Russian]
8. Smith, C. W., & Frederiksen, R. A. (2000). *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production*, New York: John Wiley & Sons.
9. Vanderlip, R. L., & Reeves, H. E. (1972). Growth stages of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Crop Sci.*, 64, 13–16. <https://doi.org/10.2134/agronj1972.00021962006400010005x>
10. Sanjana Reddy, P. (2017). Sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Millets and Sorghum*, 1–48. <https://doi.org/10.1002/9781119130765.ch1>

УДК 633.174

Присяжнюк О. И. Особенности идентификации этапов роста сорго зернового // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2020. Вип. 28. С. 102–112.

Інститут біоенергетических культур и сахарной свеклы НААН України, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, e-mail: ollpris@gmail.com

Цель. Изучить этапы роста сорго зернового на примере применения шкалы Вандерлипа и Ривеса на сортах сорго отечественной селекции. **Методы.** Полевые исследования проводились в 2012–2018 гг. в почвенно-климатических условиях ГП ОХ «Саливонковское», расположенного в Правобережной Лесостепи Украины. Для исследований использовали сорта сорго зернового отечественной селекции, а особенности проявления этапов роста идентифицировали визуально и на основе особенностей формирования органов растений сорго на эмбриональном уровне. **Результаты.** Шкала Вандерлипа и Ривеса описывает этапы роста сорго в масштабе от 0 до 9 и основывается на визуальном проявлении признаков. Определено, что на этапе появления всходов (этап 0) критически влияют факторы окружающей среды и агротехнические приемы. А вот в фазу 3 листьев (этап 1) растения не могут эффективно конкурировать с сорняками. В фазу 5 листьев (этап 2) растения чувствительны к негативному воздействию вредителей и сорняков. Также недостаток элементов питания, влаги или воздушная засуха могут значительно уменьшить урожайность. Дифференциация точки роста (этап 3) соответствует периоду быстрого роста растений сорго, а потому нехватка подвижных форм азота может вызвать ограничение роста. А вот во время появления флагового листа (этап 4) на потенциальный уровень продуктивности растений сорго оказывают влияние факторы наличия элементов питания и влаги в почве. Также на этом этапе необходимо продолжать борьбу с вредителями. Во время выброса метелки (этап 5) и цветения (этап 6) растения наиболее критически реагируют на обеспечение влагой и на наступление самых засушливых условий вегетационного периода. На этапе молочной спелости (этап 7) засуха замедляет темпы налива зерна, а избыточная влажность способствует развитию болезней. **Выводы.** При условии применения шкалы Вандерлипа и Ривеса для идентификации этапов роста не нужно использовать специальные знания особенностей формирования органов сорго на эмбриональном уровне. В то же время она сопоставима с другими шкалами и равномерно освещает основные фазы роста и развития растений.

Ключевые слова: рост и развитие сорго; шкала Вандерлипа и Ривеса (Vanderlip, Reeves).

UDC 633.174

Prysiazhniuk, O. I. (2020). Features of identification of stages of growth of grain sorghum. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 28, 102–112. [in Ukrainian]

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: ollpris@gmail.com

Purpose. To study the stages of growth of grain sorghum on the example of the application of the Vanderlip and Reeves scale for the study of sorghum varieties of domestic selection. **Methods.** Field research was conducted during 2012–2018 in the soil and climatic conditions of DP DG “Salyvinkivske”, located in the Right-Bank Forest-Steppe Zone of Ukraine. Grain sorghum varieties of domestic selection were used for research and the peculiarities of the manifestation of growth stages were identified visually and on the basis of the peculiarities of sorghum plant organ formation at the embryonic level. **Results.** The Vanderlip and Reeves scale describes the stages of sorghum growth on a scale from 0 to 9 and is based on the visual manifestation of the traits. It is determined that at the stage of emergence (Stage 0) the influence of environmental factors and agronomic techniques is critical. But in phase 3 of the leaves (Stage 1) the plants cannot compete effectively with the weeds. In phase 5 of the leaves (Stage 2) the plants are sensitive to the negative effects of pests and weeds. Also, lack of nutrients, moisture or drought can significantly reduce yields. Differentiation of the growth point (Stage 3) corresponds to the period of rapid growth of sorghum plants, and therefore the lack of mobile forms of nitrogen can cause growth restrictions. But during the appearance of the flag leaf (Stage 4) on the level of productivity of sorghum plants are factors of lack of sufficient nutrients and moisture in the soil, it is necessary to continue pest control. During the ejection of panicles (Stage 5) and flowering (stage 6), plants react most critically to the provision of moisture and the onset of the driest conditions of the growing season. At the stage of milk ripeness (stage 7), drought slows down the rate of grain filling, and excessive moisture contributes to the development of diseases. **Conclusions.** Using the Vanderlip and Reeves scale to identify growth stages does not require special knowledge of the peculiarities of the formation of sorghum at the embryonic level. At the same time, it is comparable to other scales and evenly covers the main phases of plant growth and development.

Keywords: *sorghum growth and development; Vanderlip and Reeves scale.*

Надійшла / Received 14.02.2020

Погоджено до друку / Accepted 26.02.2020

УДК 633.854.78: 631.547.2

Формування урожайності соняшнику в північній частині Лісостепу України залежно від густоти стояння рослин

А. С. Риженко

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, e-mail: rygenkoanatoliy@ukr.net

Мета. Встановити особливості формування продуктивності гібридів соняшнику різного морфотипу залежно від густоти стояння рослин. **Методи.** Польовий та статистичний. Багатофакторний польовий дослід закладався за такою схемою: фактор А – «гібрид»: ‘Український Ф1’, ‘Р63LL06’, ‘НК Бріо’, ‘НК Ферті’; фактор Б – «густина стояння рослин»: 50, 55, 60, 65 тис. шт./га. **Результати.** Польовий багатофакторний дослід закладався і проводився в Лівобережному Лісостепу України впродовж 2016–2018 рр. на чорноземі