

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ПРОХОДЖЕННЯ ТА ТРИВАЛІСТЬ ФЕНОЛОГІЧНИХ ФАЗ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Єременко О.А. – *к.с.–г.н, докторант, Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

Тодорова Л.В. – *к.с.–г.н, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет,*

Покопцева Л.А. – *к.с.–г.н, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет.*

У статті висвітлено результати аналізу агрометеорологічних умов росту і розвитку соняшника, льону олійного та сафлору в зоні Південного Степу України. З'ясовані закономірності впливу гідротермічних факторів умов вирощування на тривалість міжфазних періодів олійних культур. Встановлено, що напочатку вегетації досліджуваних культур на темпи настання фаз розвитку значною мірою впливає кількість атмосферних опадів (коефіцієнти кореляції дорівнюють 0,74 – 0,93). В період формування генеративних органів найбільший вплив на рослини спричиняє комплексний гідротермічний фактор ГТК (гідротермічний коефіцієнт), що підтверджується коефіцієнтами кореляції у межах 0,79 – 0,95.

Ключові слова: гідротермічні умови, розвиток рослин, тривалість міжфазного періоду, соняшник, льон олійний, сафлор.

Єременко О.А., Тодорова Л.В., Покопцева Л.А. Влияние погодных условий нахождение и продолжительность фенологических фаз роста и развития масличных культур

В статье освещены результаты анализа агрометеорологических условий роста и развития подсолнечника, льна масличного и сафлора в зоне Южной Степи Украины. Выявлены закономерности влияния гидротермических факторов условий выращивания на продолжительность межфазных периодов масличных культур. Установлено, что вначале вегетации исследуемых культур на темпы наступления фаз развития существенно влияет количество атмосферных осадков (коэффициенты корреляции равны 0,74 – 0,93). В период формирования генеративных органов самое большое влияние оказывает комплексный гидротермический фактор ГТК (гидротермический коэффициент), что подтверждается коэффициентами корреляции в пределах 0,79 – 0,95.

Ключевые слова: гидротермические условия, развитие растений, продолжительность межфазного периода, подсолнечник, лён масличный, сафлор.

Yeremenko O.A., Todorova L.V., Pokoptseva L.A. Influence of weather conditions on passage and duration of phenological phases of growth and development for oilseed crops

The article shows the results of the analysis of agrometeorological conditions for the growth and development of sunflower, oilseed flax and safflower in the South Steppe zone of Ukraine. The regularities of influence of growing conditions hydrothermal factors on the duration of interphase periods of oilseed crops are revealed. It was determined that at the beginning of vegetation period of the studied crops rainfall amount significantly affects the onset rate of the developmental phases (the correlation coefficients are 0.74-0.93). During the formation of generative organs, the complex hydrothermal factor HTC (hydrothermal coefficient) shows the biggest influence, which is confirmed by the correlation coefficients in the range of 0.79-0.95.

Keywords: hydrothermal conditions, plant development, duration of interphase period, sunflower, oilseed flax, safflower.

Постановка проблеми

Дуже важливим показником у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур є здатність рослин повноцінно проходити всі фенологічні фази, що в подальшому впливає як на саму врожайність культури так і на якісні показники насіння. Настання фенологічних фаз та їх тривалість у значній мірі залежить від погодних умов року [1].

Небезпечні явища погодно-кліматичних умов відрізняються інтенсивністю, значною площею поширення та іншими параметрами. Погодними умовами неможливо керувати, але до них можливо адаптуватися з метою досягнення максимального інтегрального результату [2]. Агrometeorологічні умови змінюються з року в рік, впливаючи на основний показник сільськогосподарського виробництва – урожайність культур. Низька стабільність сільськогосподарського виробництва суттєво впливає на всі інтегральні показники економіки країни, в тому числі і на обсяг національного продукту. Тому одним з основних завдань оптимізації сільськогосподарського виробництва, в тому числі і виробництва олійних культур є розробка способів врахування та зменшення погодного ризику [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Використання теоретичних знань про можливості уникнення погодних ризиків, збір інформації про реакцію культур, сортів та гібридів на умови вирощування, розробка і впровадження шляхів попередження або зниження ризику – є однією з найважливіших складових процесу стабілізації виробництва олійних культур.

У процесі вегетації рослини мають різну тривалість фенологічних фаз росту та розвитку. В умовах скороченого дня вони прискорюють свій розвиток, а після цвітіння, навпаки, розвиваються як рослини довгого світлового дня [4].

Так, А. D. Doyle [5] вважає соняшник культурою тривалого дня. На думку А. А. Авакяна [6], на тривалість вегетаційного періоду впливає інтенсивність та спектральний склад сонячного світла. Причиною прискорення або

уповільнення розвитку сільськогосподарських рослин вважається накопичення різної кількості органічних сполук в апікальних точках росту [7].

Л. А. Жданов, І. Ф. Ляшенко, Р. М. Барциньський [8], Ю. С. Мельник [9] вважають, що швидкість розвитку рослин залежить в основному від температури навколишнього середовища, а умови зволоження впливають лише в окремі міжфазні періоди (сівба–сходи та цвітіння–дозрівання).

Постановка завдання

Оскільки ріст і розвиток рослин модифікується під впливом факторів навколишнього середовища, тому метою даної роботи було визначення особливостей розвитку олійних культур в умовах Південного Степу України та встановлення закономірностей впливу гідротермічних умов на строки настання фаз розвитку та тривалість міжфазних періодів соняшнику, льону олійного й сафлору.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2008 – 2016 рр. в ТОВ «Агрофірма МИР» Мелітопольського району Запорізької області.

Кліматичні умови зони характеризуються істотними тепловими ресурсами та недостатнім зволоженням. Вегетаційний період Південного Степу відзначається сумами активних температур 2800 – 3550 °С. Середня тривалість безморозного періоду – 180 – 200 діб. За забезпеченістю теплом у цілому роки дослідження були близькими до середніх багаторічних значень. Опадів за рік випадає близько 475 мм, із них за вегетаційний період – 290 – 320 мм. Середньобагаторічний гідротермічний коефіцієнт (ГТК) становить 0,8 – 0,9, що свідчить про належність району до посушливої зони. За роки досліджень ГТК коливався в межах 0,4–0,8. Найменша кількість опадів за вегетаційний період зафіксовано у 2008, 2009, 2012, 2013 та 2015 роках (111–155 мм), що майже в 2 рази менше норми. У 2016 році кількість опадів не перевищувала 192 мм. В 2010, 2011 та 2014 рр. умови зволоження були близькі до середніх багаторічних значень (233–249 мм), тобто більш сприятливі для вирощування олійних культур. Слід відмітити, що зона Південного Степу характеризується нерівномірним випадінням опадів впродовж вегетаційного періоду. Отже, гідротермічні умови років, коли проводили експеримент, значною мірою різнилися, що дало змогу оцінити вплив погодних умов на проходження та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку олійних культур.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем південний з середньозваженим вмістом гумусу 3,7 %. Забезпеченість орного шару легкогідролізуючим азотом низька (за Корнфілдом 95 мг/кг), рухомим фосфором – підвищена (за Чириковим 117 мг/кг), обмінним калієм – висока (за Чириковим 145 мг/кг). Загалом ґрунтово-кліматичні умови місця розташування дослідних ділянок сприятливі для вирощування олійних культур.

Фенологічні спостереження виконували згідно з Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [10]. Початок кожної фази росту та розвитку встановлювали за настанням їх у 10 % рослин, повну – не менше ніж у 75 %. Стадії та мікростадії розвитку рослин визначали за шкалою ВВСН [11, 12].

Одержані експериментальні дані були опрацьовані методами дисперсійного та кореляційного аналізу за Б.О. Доспеховим [13], Є.С. Улановою і В.М. Забеліним [14] з використанням ліцензованих комп'ютерних програм EXEL та AGROSTAT.

Виклад основного матеріалу дослідження

Спостереження за станом посівів досліджуваних олійних культур проводили протягом всього вегетаційного періоду. Враховуючи біологічну різноманітність олійних культур, можна відзначити, що фенологічні фази вони проходять в різні календарні строки і мають певні особливості в своєму розвитку.

Наші спостереження показали, що в умовах Південного Степу України досліджувані олійні культури розвивалися нормально, проходили всі етапи органогенезу і формували повноцінне насіння. Проте, протягом періоду дослідження агрометеорологічні умови різних років мали свої особливості, що в подальшому відобразилось на рості, розвитку й продуктивності культур та дало змогу провести кореляційний аналіз.

В процесі досліджень було виявлено деякі закономірності проходження кожного етапу органогенезу, відносно умов зовнішнього середовища. Для отримання дружніх сходів олійні культури потребують відповідного температурного режиму в поєднанні з достатніми умовами зволоження.

Розвиток рослин соняшнику починається з проростання насінини. Швидкість проходження цього етапу залежить від сукупності чинників: температури ґрунту, вологості і доступу кисню. В умовах південного Степу України сходи соняшнику з'являються в середньому через 9 ± 1 діб після сівби (табл. 1).

Таблиця 1

Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин соняшнику, діб

Рік	Міжфазний період				Тривалість вегетаційного періоду (ВВСН 00–99)
	сівба – поява сходів (ВВСН 00–09)	сходи – утворення кошиків (ВВСН 10–51)	утворення кошиків – цвітіння (ВВСН 52–61)	цвітіння – повна стиглість (ВВСН 62–99)	
2008	9	38	20	45	112
2009	10	41	22	53	126
2010	9	40	23	52	124
2011	8	35	20	52	115
2012	9	32	19	42	102
2013	9	37	21	42	109
2014	8	37	21	43	109
2015	9	36	23	43	111
2016	7	38	23	45	113
HP ₀₅	1,5	2,9	2,4	3,2	9,9

Основним чинником, який визначає швидкість проростання – це волога в ґрунті, головним джерелом якої є атмосферні опади. Спостереженнями

встановлено, що існує досить тісний зворотній зв'язок тривалості періоду ВВСН 00 – 09 із кількістю опадів ($r = -0,81 \pm 0,12$), що свідчить про прискорення появи сходів із покращенням вологозабезпечення рослин. Отже, при посіві соняшнику особливу увагу слід приділяти технологіям обробітку ґрунту, що сприяють вологонакопиченню. У разі поєднання оптимальних температури, кількості опадів і вологості ґрунту проміжок часу від сівби до появи сходів рослин скорочується до 7 діб (2016 рік).

Утворення корінців і перших 2-х пар справжніх листків молодого рослини відбувається за рахунок запасів насінини. Цей період є одним з критичних, тому що відбувається закладання генеративних органів. За час проведення досліджень середня тривалість міжфазного періоду сходи – утворення кошиків становить 37 ± 3 доби. Суттєвого впливу кількості опадів на темп проходження вказаного етапу розвитку (ВВСН 10–51) не було виявлено ($r = -0,02$), тоді як між середньою температурою повітря та тривалістю періоду сходи – утворення кошиків встановлена кореляційна залежність середньої сили ($r = 0,57 \pm 0,24$).

У період від утворення кошиків до цвітіння соняшнику простежується досить тісний прямий зв'язок його тривалості із сумою температур ($r = 0,79 \pm 0,13$). Найтісніший зв'язок тривалості періоду ВВСН 52–61 встановлено з ГТК ($r = -0,97 \pm 0,02$), що свідчить про обернену прямолінійну кореляційну залежність. Тобто збільшення ГТК та покращення умов зволоження прискорює настання фази цвітіння.

Міжфазний період цвітіння – повна стиглість (ВВСН 62–99) у рослин соняшнику в середньому проходить за 46 ± 5 днів. В цей час соняшник потребує великої кількості вологи. За сухої погоди при цвітінні може спостерігатись навіть опадання квіток, що значно зменшує врожайність культури. Так, між тривалістю цього періоду та ГТК було встановлено кореляційний зв'язок високої сили, що характеризується коефіцієнтом кореляції $r = 0,92 \pm 0,05$ і має вираз у вигляді функції $y = 30,5x + 38,3$, де y – кількість діб від дати цвітіння рослин соняшнику до повної стиглості насіння; x – значення ГТК в цей період. Оскільки метеорологічні показники – величини прогнозовані, тому виведене рівняння можна використовувати з прогностичною метою.

Загальна тривалість вегетаційного періоду соняшнику в середньому становила 113 ± 8 діб, тоді як у рослин льону олійного цей період коливався в межах 84 – 91 доба (87 ± 4 діб, табл. 2).

За роки дослідження, найоптимальнішим для початку вегетації рослин льону олійного був 2014 рік, коли сходи з'явилися через 7 діб після сівби. Найтриваліший період ВВСН 00–09 зафіксований у 2013 році. Кореляційний аналіз зв'язку темпів розвитку рослин і метеорологічних факторів дав змогу виявити близьку пряму залежність між тривалістю міжфазного періоду сівба – поява сходів та ГТК. Цей зв'язок виражається рівнянням регресії $y = -2,9x + 11,9$ при коефіцієнті кореляції $r = -0,91 \pm 0,09$, де y – тривалість міжфазного періоду, x – величина ГТК. Встановлено, що простежується близька пряма лінійна залежність між загальною сумою температур та швидкістю появи сходів льону олійного: коефіцієнт кореляції становить $0,89 \pm 0,11$.

**Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин льону
олійного, діб**

Міжфазний період	Рік				НІР ₀₅
	2013	2014	2015	2016	
Сівба – поява сходів (ВВСН 00–09)	12	7	10	11	2,4
Поява сходів – ялинка (ВВСН 10–19)	7	5	6	5	1,7
Ялинка – бутонізація (ВВСН 20–50)	19	21	23	21	2,6
Бутонізація – цвітіння (ВВСН 51–60)	18	18	19	17	1,4
Цвітіння – досягання (ВВСН 61–99)	35	33	32	30	1,9
Сівба – досягання (ВВСН 00–99)	91	84	90	84	8,4

Відсутність опадів на початку вегетації льону олійного в 2013 році призвело до затримки настання фази ялинки, що відбулося через 19 діб після сівби. Надмірні умови зволоження у 2016 році в період ВВСН 10–19 (ГТК сягає 2,3, а кількість опадів дорівнює 31,8 мм) сприяли швидкому розвитку рослин та скороченню міжфазного періоду поява сходів – ялинка на 2 дні, порівняно з посушливим 2013 роком.

Впродовж періоду ялинка – бутонізація (ВВСН 20–50) рослини поглинають велику кількість вологи, тому нестача опадів затримує настання фази бутонізації. Так, під час дуже сильної посухи у 2015 році (ГТК дорівнювало 0,1) фаза бутонізації спостерігалася лише через 23 доби після появи ялинки. Встановлена висока пряма кореляційна залежність між кількістю опадів та тривалістю періоду ВВСН 20–50 ($r=0,93\pm 0,07$).

Під час цвітіння рослини льону олійного потребують не тільки достатньої кількості опадів, але й оптимальних температур. Протягом досліджуваних років ці умови були сприятливі. Тривалість міжфазного періоду бутонізація – цвітіння (ВВСН 51–60) коливалась в межах 17 – 19 діб.

Найдовший міжфазний період в процесі формування врожаю льону олійного – це цвітіння – досягання (ВВСН 61–99), який в середньому становив 33 ± 2 дні. Посуха та високі температури суттєво скорочують цей період, що призводить до зменшення врожайності насіння. За кількістю опадів під час цвітіння – досягання, найпосушливим був 2016 рік: невелика кількість опадів (7,2 мм) на фоні високих температур (сума температур – $1000,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) стало причиною дуже сильної посухи (ГТК не перевищувало 0,1), що призвело до скорочення вказаного міжфазного періоду до 30 діб. Встановлено тісний зв'язок величини ГТК та тривалості періоду цвітіння – досягання льону олійного, який характеризується високим значенням коефіцієнту кореляції, що дорівнює $0,95\pm 0,05$.

За ростом та розвитком рослин сафлору спостерігали впродовж 2014 – 2016 рр.. Середня тривалість вегетаційного періоду становила 120 ± 5 діб (табл. 3).

Найтісніший зв'язок тривалості періоду сівба – сходи у сафлору був з ГТК: коефіцієнт кореляції становить $-0,82 \pm 0,23$. Досить висока пряма кореляційна залежність спостерігалась між загальною сумою температур та тривалістю фази сівба – сходи протягом років досліджень ($r = 0,81 \pm 0,24$).

Впродовж періоду сходи – розетка листків (ВВСН 10–19) рослини потребують достатню кількість вологи та оптимальних температур для формування кореневої системи. Нестача опадів в цей період у 2014 та 2015 роках призвела до подовження цього періоду на 2 доби.

У 2015 та 2016 роках під час формування розетки листків сафлору відмічалася дуже сильна посуха, що затримало формування стебел на 2 дні порівняно з 2016 роком. Між кількістю опадів та тривалістю міжфазного періоду ВВСН 20–29 було виявлено кореляційну залежність середньої сили ($r = 0,74 \pm 0,32$).

Таблиця 3

Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин сафлору, діб

Міжфазний період	Рік			НІР ₀₅
	2014	2015	2016	
Сівба – поява сходів (ВВСН 00–09)	12	10	9	2,5
Поява сходів – розетка листків (ВВСН 10–19)	13	13	11	1,8
Розетка листків – стеблуння (ВВСН 20–29)	9	11	11	1,5
Стеблуння – бутонізація (ВВСН 30–59)	19	24	20	2,6
Бутонізація – цвітіння (ВВСН 60–70)	23	22	25	2,3
Цвітіння – досягання (ВВСН 71–99)	40	46	42	3,1
Сівба – досягання (ВВСН 00–99)	116	126	118	9,8

Тривалість періоду стеблуння – бутонізація (ВВСН 30–59) коливалась в межах від 19 до 24 діб. Аналіз агрометеорологічних умов розвитку сафлору показав, що між тривалістю фази стеблуння та ГТК простежується обернена кореляційна залежність ($r = -0,89 \pm 0,15$), тобто покращення умов зволоження прискорюють формування бутонів.

У період бутонізація – цвітіння (ВВСН 60–70) простежується зв'язок між швидкістю формування генеративних органів та ГТК. У 2016 році рослини сафлору знаходились в жорстких аридних умовах, ГТК не перевищувало 0,12, що свідчить про дуже сильну посуху, тому тривалість цього періоду була найдовша (25 діб).

Впродовж найтривалішого для олійних культур періоду цвітіння – досягання (ВВСН 71–99) на швидкість розвитку рослин впливають умови

зволоження. Під час проходження сафлором вказаних фаз кореляційна залежність тривалості міжфазного періоду та кількістю опадів середня ($r = 0,68 \pm 0,38$).

Отже, отримані результати досліджень свідчать про те, що абіотичні фактори відіграють дуже важливу роль в процесі росту і розвитку олійних культур.

Висновки. Результати аналізу агрометеорологічних умов при вирощуванні олійних культур свідчать, що тривалість міжфазних періодів залежить від таких факторів зовнішнього середовища, як тепло й волога.

Як загальну закономірність можна відзначити, що напочатку вегетації досліджуваних культур на темпи настання фаз розвитку значною мірою впливає кількість опадів (коефіцієнти кореляції знаходяться в межах 0,74 – 0,93). Тому при посівах олійних культур в зоні Південного Степу України особливу увагу слід приділяти технологіям обробітку ґрунту, що сприяють вологонакопиченню.

В період формування генеративних органів найбільший вплив на рослини спричиняє комплекс агрометеорологічних факторів, що відображається показником ГТК (гідротермічний коефіцієнт). Зв'язок швидкості утворення та досягання генеративних органів із ГТК характеризується високими коефіцієнтами кореляції (0,79 – 0,95).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кошкин Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур / Е. И. Кошкин. – М.: Дрофа, 2010. – 639 с.
2. Мусієнко М. М. Екологія рослин / М. М. Мусієнко. – К.: Либідь, 2006. – 431 с.
3. Зубець М. В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Зубець М. В. та ін. – К.: Аграрна наука, 2010. – 986 с.
4. Alekseyev A. P. Day length influence on sunflower growth and development / A. P. Alekseyev // Abstr. of papers VII int. sunflower conference. – Krasnodar, 1976. – P. 159.
5. Doyle A. D. Influence of temperature and daylength on phenology of sunflowers in the field / A. D. Doyle // Austral J. Exp. Agr. and Anim. Hunsbandry. – 1975. – № 72. – P. 88–92.
6. Авакян А. А. Биология развития сельскохозяйственных растений / А. А. Авакян – М.: Сельхозиздат, 1962. – 238 с.
7. Цибулько В. С. Основні результати досліджень біологічної природи фотоперіодизму та їх застосування в селекції рослин / В. С. Цибулько // Вісник Харківського державного аграрного університету. – Харків, 1998. – № 1. – С. 132–140.
8. Жданов Л. А. Биология подсолнечника / Л. А. Жданов, Р. М. Барцинский, И. Ф. Ляшенко – Ростов: Ростовское областное книгоиздательство, 1950. – 270 с.
9. Мельник Ю. С. Климат и произрастание подсолнечника / Ю. С. Мельник – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 143 с.

10. Волкодав В. В. Методика сортопробування сільськогосподарських культур / В. В. Волкодав, А. В. Андрущенко, А. В. Пількевич. – К., 2000. – 100 с.

11. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Морфологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений : учебное пособие / Ф. М. Куперман. – [4-е изд., доп. и переб.]. – М. : Высш. шк., 1984. – 240 с.

12. Biologische Bundesanstalt für land-und Forstwirtschaft Entwicklungsstadien mono- und dikotyle Pflanzen. BBCH-Monograph. – Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin – Wien. – 1997. – 622 s.

13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – [5-е изд., доп. и перераб.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

14. Уланова Е.С. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии / Е. С. Уланова, В. Н. Забелин. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 208 с.