

«Моделювання факторів»

**«МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ФАКТОРІВ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА РОСЛИННІ ОРГАНІЗМИ»**

2021

АНОТАЦІЯ

Конкурсна робота: 36 с., 18 рис., 1 табл., 10 джерел

Актуальність. Теоретично та практично визначено: кліматичні зміни та супутні фактори мають значний вплив на рослинні організми. В роботі з'ясовано питання зміни клімату на території України, її фітоценоз та способи пристосування рослин до кліматичних факторів. Змодельовано фактори посухи та засоленості та розраховано їх вплив на фіто індикатори. Нами з'ясовано, що фактор посухи має згубний вплив на ті тест-організми, що ми розглянули.

Метою дослідження стало з'ясувати ступінь впливу кліматичних змін на фітоценоз України. Виявити стійкість рослинних організмів до факторів, які характерні для майбутнього клімату України. Пофакторно змодельовати умови середовища .

Задачі дослідження :

1. Вивчити флористичний склад країни та його особливості.
2. Обрати найзручніші та найпоширеніші тест-організми.
3. Ознайомитись із адаптаційними пристосуваннями рослин субтропічного поясу до кліматичних умов.
4. Виявити основні фактори субтропіків, що впливають на рослинність.
5. Розібрати можливі методики моделювання умов навколишнього середовища.
6. Змодельовати умови посухи і засолення, та їх вплив на рослинність.
7. Виміряти морфологічні відмінності досліджуваних рослин у різних варіаціях досліджу.
8. Статистично опрацювати отриманні результати.

Методи дослідження: емпіричні (експеримент, спостереження, вимірювання; описовий, порівняльний та статистичний методи) та теоретичні (теорії та гіпотези, наукове моделювання) наукові методи дослідження.

Ключові слова: клімат, рослини, фітоценоз, посуха, засоленість, фактор, модель.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД	6
1.1 Клімат України.....	6
1.2 Фітоценоз України.....	6
1.3 Вплив умов субтропічного поясу на місцеву рослинність.....	8
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ	11
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	17
ВИСНОВКИ.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34

ВСТУП

Актуальність: Питання зміни факторів середовища, що оточують живі організми і безпосередньо або опосередковано впливають на них турбувало людей ще з часів переходу людини від консумування до продукування (близько 10 тис. років тому).

Культурна адаптація до життя в постльодовикових природних умовах спочатку призвела до активізації збирання врожаю. У Східному Середземномор'ї та Малій Азії вперше з'явилася і набула поширення практика вирощування тварин та рослинництва. З рослин – пирса, пшениця, ячмінь, сочевиця, тобто ті рослини, які потребували винайдення певних кулінарних навичок. Першими продуктивними домашніми тваринами були вівці та кози, а згодом й худоба була одомашнена. Зрозуміло, що всі ці нові явища мали значні соціальні та культурні наслідки. Коли виробництво їжі набуло широкого поширення, а люди створили постійні запаси, суспільство отримало можливість перейти до стійкого поселення у великих масштабах. Саме під час неолітичної революції проблема зміни сільськогосподарських періодів почала турбувати *Homo sapiens* [5].

Особливо гостро це питання повстало сьогодні, коли весь світ почав говорити про глобальне потепління та незворотність зміни клімату. Прогнозується, що виникне зрушення кліматичних поясів, а Україна докорінно змінить свої кліматичні умови.

Відомо, що Україна славиться своїми родючими ґрунтами, а тому ця робота буде перетинатися з екологією рослин.

Проблемою клімату і факторіального впливу займалися такі вчені як Уткіна І.А., Рубцов В.В., Прудников П.С., Кривушина Д.А., Гуляєва А.А., Іваніщев В.В., Россіхіна А.С., Попов В.Я., Вінниченко А.Н. та інші [7,8,9,10].

Мета дослідження: з'ясувати ступінь впливу кліматичних змін на фітоценоз України. Виявити стійкість рослинних організмів до факторів, які

характерні для майбутнього клімату України. Пофакторно змодельовати умови середовища .

Задачі дослідження :

1. Ознайомитись із сучасним кліматом України та його прогнозами.
2. Вивчити флористичний склад країни та його особливості.
3. Обрати найзручніші та найпоширеніші тест-організми.
4. Ознайомитись із адаптаційними пристосуваннями рослин субтропічного поясу до кліматичних умов.
5. Виявити основні фактори субтропіків, що впливають на рослинність.
6. Розібрати можливі методики моделювання умов навколишнього середовища.
7. Змодельовати умови посухи і засолення, та їх вплив на рослинність.
8. Виміряти морфологічні відмінності досліджуваних рослин у різних варіаціях досліджу.
9. Статистично опрацювати отриманні результати.

Методи дослідження: У роботі були використані емпіричні (експеримент, наукове дослідження, спостереження, вимірювання; описовий, порівняльний та статистичний методи) та теоретичні (теорії та гіпотези, наукове моделювання) наукові методи дослідження.

Об'єкт дослідження – вплив кліматичних змін та змін, що прогнозуються, на рослинні організми.

Предмет дослідження – насіння культурних рослин: редис «18 днів», нут, огірок «Журавльонок F1», крес салат, томат «Ольга F1».

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Клімат України

Україна – країна, що знаходиться в центральній частині Європи і майже повністю лежить у помірно континентальному поясі.

Україна має переважно помірний клімат, за винятком південного узбережжя Криму, яке має субтропічний середземноморський клімат. [2] На кліматичні умови впливає помірно тепле вологе повітря, що надходить з Атлантичного океану. [3] Середньорічні температури коливаються від 5,5–7 °C (41,9–44,6 °F) на півночі та до 11–13 °C (51,8–55,4 °F) на півдні. [3] Опади розподіляються непропорційно; кількість опадів найвища на заході та півночі та найнижча на сході та південному сході. [3] Західна Україна, зокрема в Карпатах, отримує приблизно 1200 міліметрів опадів щороку, тоді як Крим та прибережні райони Чорного моря отримують близько 400 міліметрів (15,7 дюйма) [3].

Прогнозується, що згодом вся територія України опиниться в субтропічному поясі планети, а біоми країни зрушать у північному напрямі.

Передбачається зменшення кількості вологи в повітрі та ґрунті, підвищення концентрацій речовин (у тому числі й шкідливих) у водоймах (особливо у прісних). Влітку яскраво виражена спека веде до значних сезонних зрушень. Порушується процес формування хмар і перенесення повітряних мас, тощо.

1.2 Фітоценоз України

Рослини є головною ланкою в біосфері Землі, оскільки лише вони здатні утворювати органічні речовини з неорганічних за допомогою енергії сонячного випромінювання, збагачуючи при цьому атмосферу киснем.

Результатом автотрофної діяльності рослинного покриву є 150 млрд. т органічної речовини щорічно.

Природна рослинність України досить багата і налічує приблизно 27000 видів. Новітній фітоценоз України виник наприкінці антропогену, після льодовикового періоду на материках. Протягом попередніх періодів флора значно змінювалася. Ознак сучасності фітоценоз набув наприкінці мезозойської ери, після виникнення покритонасінних. Рослинність палеогену була типічною для тропіків. Складалася з миртових, пальм, лаврових, болотяного кипарису та секвої.

У неоген рослинний світ повстає характерним для широколистяної зони. Серед видів переважають каштани, дуби, горіхові, буки. Друга половина періоду характеризується значною поширеністю лісу. Лісистість поширилась майже по всім околицям сучасної держави. У видовому складі переважали: з листяних – береза, дуб, бук, граб, клен, горіх, а з хвойних – ялина, ялиця, болотяний кипарис.

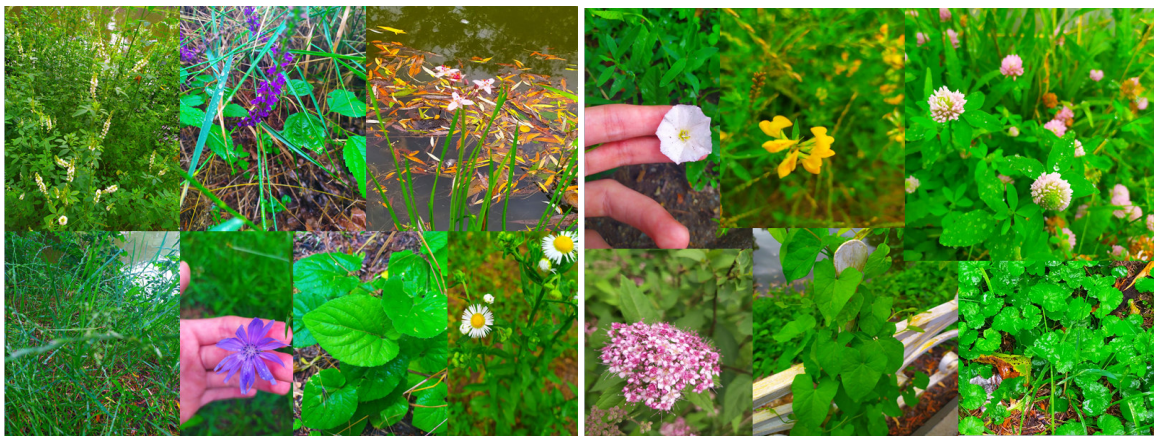


Рис.1.1 – Флора ЦПКтВ «Дубовий Гай», м.Запоріжжя

Флористичний склад налічує близько 27 тисяч видів. З них : гриби і міксоміцети – 15 тисяч, водорості – 5 тисяч, лишайники – 1,2 тисячі, мохи – 800 і судинні рослини – 5,1 тисяч. Багато рослин занесено до Червоної книги України. Загалом третина держави зайнята рослинними організмами.

1.3 Вплив умов субтропічного поясу на місцеву рослинність

Екологія рослин (фітоєкологія) – наука, про взаємини флори на організмі і популяційному рівні з біотичними, абіотичними та антропогенними факторами середовища їх існування [4].

Фактори, що впливають на життя рослин:

- взаємини між організмами;
- світло;
- вода;
- вітер;
- повітря;
- рельєф;
- клімат;
- якість ґрунтів;
- діяльність людини.

Відносно зниженої температури:

- холодорезистентність – змога рослини тривалий час жити без шкоди для організму у знижених за температурним показником умовах;
- морозорезистентність – змога рослини тривалий час жити без шкоди для організму у знижених негативних (мінусових) температурах;
- зимо резистентність – це змога рослин без втрат вижити за несприятливих погодних умов зимою.

Відносно підвищеної температури:

- теплофільність – потребування у забезпеченні теплом під час періоду вегетації;
- жарорезистентність – змога організму протистояти перегріву (впливу підвищених температур);

- посухорезистентність – змога рослини протистояти тривалим посушливим періодам (зменшення вологи у ґрунті та повітрі та підвищення їх температур) без значних втрат у життєвих функціях.

Рослинність пристосувалась до виживання у спекотних умовах. В них з'явилися протективні ознаки, що запобігають перегріву.

- пухнасті листя та стебла;
- інтенсивна транспірація;
- заломлення світла крізь кристали солей;
- поверхня рослин зменшена;
- глянцева поверхня листків;
- ефірні залози;
- органічні кислоти, що знешкоджують аміак;
- листки розташовуються вертикально та меридіально.

Зазвичай, як і у тропіках, у субтропіках у морозостійкості також чітко прослідковується вертикальне зонування. Наприклад розповсюдження картоплі (*Solanum tuberosum*) у Південній Америці, де й до цього часу вона була типічним видом для місцевості (о. Гілоє біля узбережжя Чілі). Морозорезистентність цієї рослини доволі низька і не витримує тривалого зниження температури до $-3,5$ °С. Однак, у місцевості Анд росте різновид картоплі, що нормально росте у морози до -8 °С [6].

Здатність витримувати тривалу посуху і спеку є комплексною властивістю рослин, об'єднаних в термін «ксерофіти». До того ж шанс на виживання під час впливу високої температури буде більшим, якщо висихання протоплазми відтягнеться якнайдалі. Тому рослинність певним чином пристосувалась до таких умов:

- геміксерофіти стійкі до засухи завдяки кореневій системі, яка досягає ґрунтових вод, інтенсивним процесам транспірації та обміну речовин, вони не виносять тривалого зневоднення;
- евксерофіти мають в'язку цитоплазму, уповільнений метаболізм, вони добре переносять зневоднення та перегрів;

- пойкилоксерофіти при зневодненні призупиняють метаболічні процеси та впадають в анабіоз [1].

Регулювання температури проходить завдяки розсіюванню енергії, що поглинули рослини, так вони запобігають перегріву і загибелі. Головними механізмами терморегуляції є:

- конвекція;
- випаровування;
- вторинне випромінювання.

Отже, вплив екстремальної температури зумовлює розвиток різноманітних пристосувальних механізмів у рослини. При зміні температури за межі норми реакції можлива загибель окремих частин і, навіть, всього рослинного організму.

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Предметом дослідження стало насіння культурних рослин: редис «18 днів», нут, огірок «Журавльонок F1», кресс салат, томат «Ольга F1». Обраними вони були не випадково, а виходячи з термінів дозрівання (усі сорта ранні або суперранні). Також враховувались особливості будови кожної рослини. Взяті предмети дослідження – різні за напрямком використання. Так, кресс салат – це трав'яниста рослина, редис, огірок та томат, а також нут – овочеві культури, що широко використовуються в Україні.

Редис «18 днів»

Найвідоміший та найуживаніший зі всіх різновидів напівдовгих редисів. Швидкостиглий, досягає за 18-20 днів. Красиві коренеплоди масою 25-30 г мають не гострий, смачний, соковитий м'якуш. Висівати можна у 3 етапи через 8-10 днів (до середини травня) та наприкінці серпня. Стійкий до квітучості та розтріскування.

Нут

Нут (*Cicer arietinum*) належить сімейству Бобові (*Fabaceae*), його також називають турецьким горохом, баранячим горохом, хумусом і нахатом.

Нут – самозапильна, однорічна трав'яниста рослина. Стебло прямостояче, ребристе, заввишки від 20 до 70 см. Листя непарноперисті. Листочки витягнутої овальної форми. Кількість листочків від 11 до 17. Прилистники дрібні, зубчасті. Запилення відбувається до розпускання квітки. Квітки поодинокі, метеликового типу, складаються з чашечки, вітрила, човника, крил, стовпчика, 10 тичинок, з яких 1 вільна, інші зрощені. Плід – боб, ромбічної або овальної форми, жовтого або фіолетового кольору, містить від 1 до 3 насінин. Насіння округлої форми, з горбкуватою поверхнею, від світло-жовтого до коричневого кольору. Маса 1000 насінин - 150-300г. Всі частини рослини опушені. Коренева система стрижневого типу, розгалужена, живе в симбіозі з азотфіксируючими бульбочкових бактерій.

Огірок «Журавльонок F1»

Ранньостиглий, бджолозапильний гібрид. Рослина довгоплетиста, переважно жіночого типу цвітіння. Зеленець хрусткий. Без гіркоти, еліпсоїдної форми, з розмитими смугами, поверхня крупно бугорчата, довжиною 9-11 см, масою 80-110 г. Гібрид відносно стійкий до борошнистої роси. Період плодоношення 40-50 днів. Універсального призначення.

Кресс салат «Афродіта»

Однорічна швидкостигла (15-20 днів) пряносмакова рослина. Листя ажурне, світло-зелене, зібране у розлогу розетку. Відрізняється високим вмістом корисних речовин. Використовують для салатів, бутербродів, приправ, гарнірів до різноманітних страв. Вирощується цілий рік, в осінньо-зимовий період – на підвіконні.

Томат «Ольга F1»

Високоврожайний суперранній (80-85 днів) гібрид. Рослина заввишки 40-60 см. Плоди округлої форми, яскраво-червоні, вирівнені за розміром, гладкі, масою 150-200 г, гарного смаку, лежкі, прекрасно витримують довготривале транспортування. Рекомендований до споживання у свіжому вигляді, засолювання та консервування. Цінується за високу врожайність та стійкість до фітофторозу.

У якості об'єкту дослідження повстав вплив кліматичних змін та змін, що прогнозуються, на рослинні організми. За прогнозами Національного екологічного центру України, людство зіткнеться з проблемами водопостачання та збільшенням кількості спекотних днів. Піднявшись, рівень океану змінить глобальні гідрологічні течії. Це призведе до засолення ґрунтів та концентруванням речовин у воді та сойлах, що неодмінно вплине на розвиток фітоценозу України та планети в цілому.

Для моделювання засухостійкості використовували 13% розчин сахарози, що дорівнює 9,8 АТМ. Концентрація і осмотичний тиск обиралися експериментально і відповідно до метеорологічних умов. В якості розчинника використовувалася дистильована вода.

Для моделювання стійкості до засолення був обраний 1% розчин NaCl. Розчинником обрана дистильована вода, як і у попередньому випадку.

В якості контролю виступала енергія проростання тест організмів на дистильованій воді.

Насіння нуту, редису, огірків, а також крест-салату та томатів пророщували на «плотиках» у наведених вище розчинах. Плотик робився із пенополістеролу та бинту. Заздалегіть вирізьблене кільце обтягується бинтом так, щоб у середині вийшла заглибина, що торкається розчину. Після цього плотики із насінням відправляли у пластикові стаканчики з рочинами натрію хлориду, сахарози та контроль на дистильованій воді.

Досліджуючи проби води і водних витяжок за цією методикою у лабораторні склянки наливають досліджувані розчини об'ємом 200-500 мл. У нашому випадку – 200 мл.

Данні спостережень щодо довжини підземної і надземної частини реєструвалися на 3, 7 та 10 день досліду.

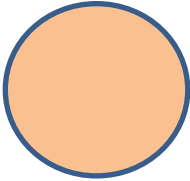
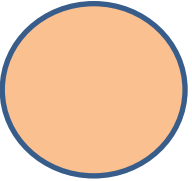
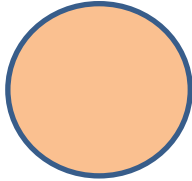
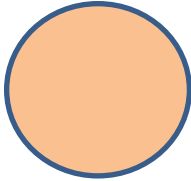
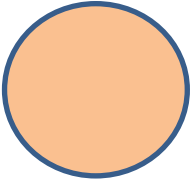
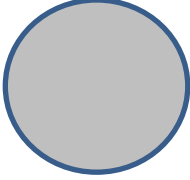
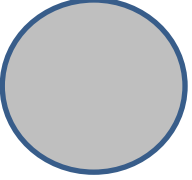
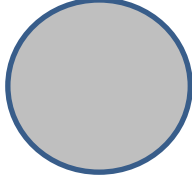
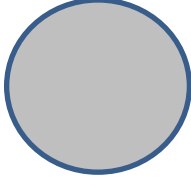
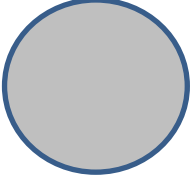
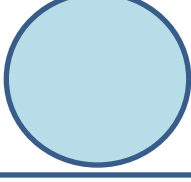
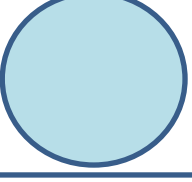
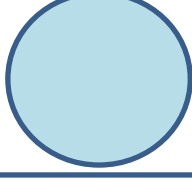
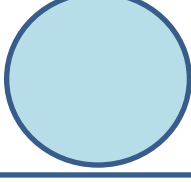
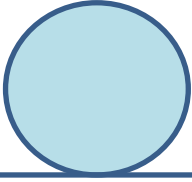
	Нут	Редис «18 днів»	Огірок «Журавльонок»	Кресс салат	Томат «Ольга F1»
Сахароза					
NaCl					
Контроль					

Рис. 2.1- Схема розташування тест-об'єктів відповідно розчину

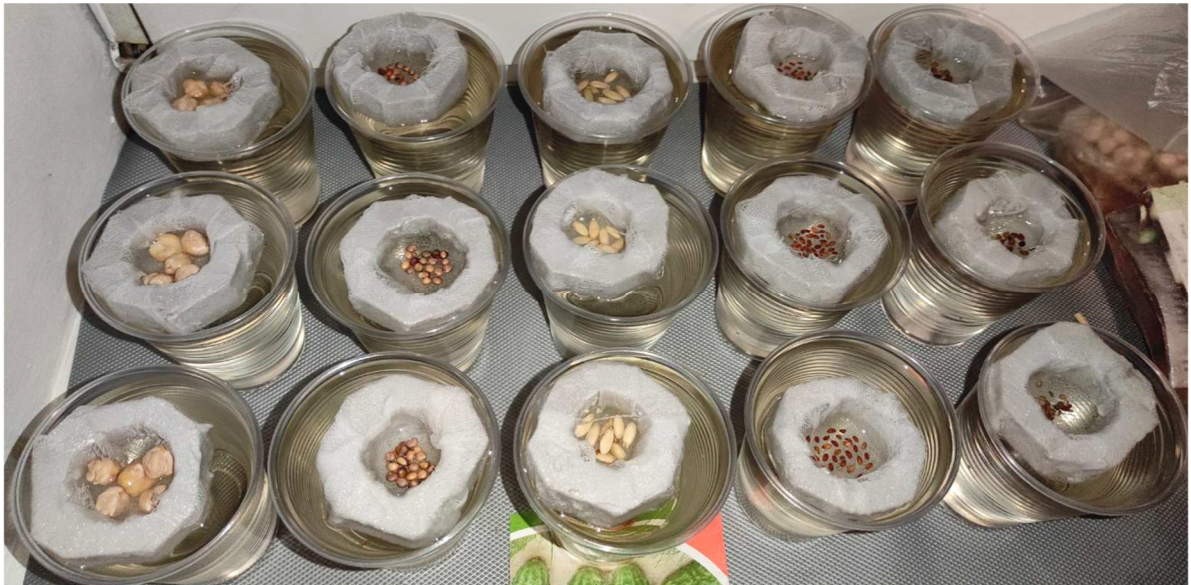


Рис. 2.2 – Розміщення насіння відповідно схеми

Після проведення вимірювань для кожного з досліджуваних варіантів проводять обчислення. Однак, за для запобігання підвідомого підбору параметрів, данні з виборок обираються навмання. Ті що містять лише 0 (тобто не проросли) також не беруться до уваги. Потім обчислюють середню довжину надземної і кореневої частин $x \pm m$, де m - помилка середнього арифметичного, яку визначають так (1.1):

$$m = \sqrt{\frac{\sigma^2}{N}}, \quad (1.1)$$

де N – кількість результатів; σ^2 – дисперсія, яку визначають за виразом (11.2):

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}. \quad (1.2)$$

Достовірність різниці середніх арифметичних t розраховується за критерієм Стюдента-Фішера (1.3):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}}, \quad (1.3)$$

x_1 – середнє арифметичне значення показника у контрольному варіанті,
 x_2 – середнє арифметичне значення показника у досліджуваному варіанті; m_1 –
 помилка середнього арифметичного в контрольному досліді; m_2 – те ж у
 досліджуваному варіанті.

Якщо фактично встановлена величина t більше або дорівнює критичному (стандартному) значенню t_{st} роблять висновок про існування статистично достовірної різниці між середніми арифметичними у досліджуваному та контрольному варіанті. Якщо ж фактична величина t менша за t_{st} , різницю між середніми вважають статистично недостовірною.

Критерій Ст'юдента t

Число ступенів свободи f	Рівень значимості α			
	0,10	0,05	0,01	0,001
1	6,31	12,70	63,70	637,00
2	2,92	4,30	9,92	31,60
3	2,35	3,18	5,84	12,90
4	2,13	2,78	4,60	8,61
5	2,01	2,57	4,03	6,86
6	1,94	2,45	3,71	5,96
7	1,89	2,36	3,50	5,40
8	1,86	2,31	3,36	5,04
9	1,83	2,26	3,25	4,78
10	1,81	2,23	3,17	4,59
11	1,80	2,20	3,11	4,44
12	1,78	2,18	3,05	4,32
13	1,77	2,16	3,01	4,22
14	1,76	2,14	2,98	4,14
15	1,75	2,13	2,95	4,07
16	1,75	2,12	2,92	4,01
17	1,74	2,11	2,90	3,96
18	1,73	2,10	2,88	3,92
19	1,73	2,09	2,86	3,88
20	1,73	2,09	2,85	3,85
21	1,72	2,08	2,83	3,82
22	1,72	2,07	2,82	3,79
23	1,71	2,07	2,81	3,77
24	1,71	2,06	2,80	3,74
25	1,71	2,06	2,79	3,72
26	1,71	2,06	2,78	3,71
27	1,71	2,05	2,77	3,69
28	1,70	2,05	2,76	3,66
29	1,70	2,05	2,76	3,66
30	1,70	2,04	2,75	3,65
40	1,68	2,02	2,70	3,55
60	1,67	2,00	2,66	3,46
120	1,66	1,98	2,62	3,37
∞	1,64	1,96	2,58	3,29

Рис.2.3. – Табличні значення t-критерію

Відсутність статистично достовірної різниці між середніми значеннями біопараметру у контрольному та досліджуваному варіанті свідчить про відсутність значних змін ростових процесів у біоіндикаторів, в порівнянні з контрольним варіантом. Тобто фактор у досліджуваному варіанті має майже такий самий вплив, як і в контрольному досліді. І навпаки, статистично достовірна різниця між варіантом та контрольним дослідом вказує на те, що досліджуваний фактор має фітотоксичні властивості (згубну дію).

Фітотоксичний ефект визначається у відсотках за будь-яким біопараметром: довжиною кореневої або стеблової системи, кількістю ушкоджених рослин або кількістю сходів тощо. Розраховується фітотоксичний ефект за формулою (1.4):

$$\text{ФЕ} = \frac{M_0 - M_x}{M_0} \times 100, \% \quad (1.4)$$

де M_0 – значення біопараметру (висота паростків, довжина корінців та ін.) у посуді з контрольним субстратом; M_x – значення аналогічного біопараметру у посуді з досліджуваним субстратом.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Розглядаючи данні , що отримали під час моделювання умов зміни клімату та вплив цих умов на тест-організми можна чітко змоделювати розвиток фітоценозу.

У таблицях нижче стовпчики зафарбовані у жовтий колір (висота рослини), а також у білий (довжина коріння). Данні наявні відносно кожного часового проміжку. При виявленні достовірності даних порівнювалися контроль-засоленість (к-з у таблиці), та контроль-посуха (к-п у таблиці).

Таблиця 3.1 – Показник середнього значення параметрів

Варіант досліду	Показник	Середнє $x \pm m$
Контроль	Висота рослин, см	$0,533 \pm 0,0145$
	Довжина коренів, см	$0,622 \pm 0,025$
Моделювання засоленості	Висота рослин, см	$0,167 \pm 0,028$
	Довжина коренів, см	$0,211 \pm 0,013$
Моделювання посухи	Висота рослин, см	0 ± 0
	Довжина коренів, см	0 ± 0

Нут – рослина, що стійка до засоленості середовища, однак посуху ця рослина не витримує зовсім (рис.3.1) .

Станом на третю добу не видно жодних ознак можливого проростання.

Через тиждень після початку досліду вже видно чітку різницю. І хоча надземної частини рослини ще зовсім не видно, та коріння з'явилося як у

контрольному варіанті досліду, так і в умовах засоленості. Посуха негативно впливає на рослину. Жодних всодів не видно.

Десята доба: надземна частина нуту у контрольному варіанті в середньому дорівнює 1,5 см, а довжина найдовшого кореня сягла 1,6 см. У засоленому середовищі рослини нижчі і з меншою довжиною кореня.

		Нут					
		Варіант досліду					
		Контроль		Засоленість		Посуха	
		Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см
3 доба		0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
7 доба		0	0,7	0	0,5	0	0
		0	0,7	0	0,2	0	0
		0	0,1	0	0,2	0	0
10 доба		1,5	1,5	0,5	0,5	0	0
		2	1	1	0,5	0	0
		1,3	1,6	0	0	0	0

Рис.3.1 - Результати спостереження за тест-об'єктом «нут»

Доба	Дисперсія					
	3	0	0	0	0	0
7	0	0,12	0	0,03	0	0
10	0,13	0,1033333	0,25	0,0833333	0	0
Доба	Похибка арифметичного					
	3	0	0	0	0	0
7	0	0,04	0	0,01	0	0
10	0,0433333	0,0344444	0,0833333	0,0277778	0	0
Доба	t- критерій					
	к-з	к-п		к-з	к-п	
3	0	0		0	0	
7	0	0		5,16	8,57	
10	15,45	36,92		50,74	12	
ФЕ						
	69%	100%				
	66%	100%				

Рис.3.2 - Статистична обробка даних для нуту

На рисунку 3.2. розраховані t-критерій, а також фітотоксичний ефект, який могла спричинити середа взощення. Відповідно до таблиці 2.3. критерій Стьюдента-Фішер перевищує табличне значення, а отже данні достовірно відрізняються.

Фітотоксичний ефект розраховувався для : перший стовпчик – засоленість, другий стовпчик – посуха. Чітко бачимо, що ФЕ показник для посухи дорівнює 100%, що і свідчить про нестійкість рослини. ФЕ показник засоленості знаходиться у рамках 65-70%. Це свідчить про відносну стійкість нуту, та підтверджує теорію.

Редис показує результати вже на третю добу. Це добре прослідковується на рисунку 3.3. Також чітко видно стриманість довжини у засолених умовах. Найбільші і найменші висоти рослин у контролі 1,5 см і 0,5 см відповідно. Середня довжина кореня 1,2 см. У варіанта досліді з засоленням висота рослин в середньому складає 0,3 см. Коріння в середньому 1 см. У посушливих умовах зеленої частини рослин не видно, однак наявне коротеньке коріння.

Сьома доба характеризує себе як досить продуктивна. Різниця між параметрами 3 і 7 доби досить добре відрізняється. Висота рослин збільшилась щонайменше на 2 см. Найбільша довжина кореня – майже 8 см. Під дією фактору засолення найбільші ростки редису дорівнюють 2 см. Коріння майже все по 1 см. Насіння, що на третю добу проросло у посушливій моделі дало перший паросток у 0,5 см. коріння по 0,5 см або зовсім його немає.

Рослини на контролі 10 доби почали припиняти активний ріст. Висота їх збільшилась на 1-2 см. Так як данні рослин у таблиці для розрахунків обиралася навмання, аби попередити можливість автора, як зацікавленої особи, обирати найбільш «зручні» параметри, то деякі рослини, що були пророщені раніше – не врахувалися до бази даних. Отож, посуха десятої доби не має паростків, однак має корінці на зернятках редису в середньому 0,7 см.

Критерій Стьюдента-Фішера не перевищує табличних даних, отже вибірка достовірна (рис. 3.4).

Редис						
	Варіант дослідю					
	Контроль		Засоленість		Посуха	
	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см
3 доба	1,5	2	0,2	1,1	0	0,2
	1,5	2	0,3	1	0	0,1
	1	1,5	0,3	0,9	0	0
	1	1,5	0,2	1	0	0
	0,7	1,3	0,4	1,2	0	0
	0,5	1,2	0,2	1,2	0	0
	0,5	0,6	0,2	1	0	0
	0,5	0,5	0,1	1	0	0
	0,5	0,6	0,1	0,9	0	0
	0,5	0,6	0,2	1	0	0
7 доба	5,5	3,5	2	1	0,5	0,5
	5	7,5	2	1	0	0,5
	5	3	1,5	1	0	0
	7	4	1,5	1	0	0
	5	4,5	1	1	0	0
	3	6,5	1	1	0	0
	6	7,5	0,5	1	0	0
	4	5,5	0,5	1	0	0
	2	2	0,5	1	0	0
	2	2	0,4	0	0	0
10 доба	8	10	4	4	0	0,5
	5	9	4	2	0	1
	5,5	3,5	3	1	0	0,6
	5	7,5	1	1	0	0,4
	5	3	0	1	0	0
	4	4,5	1,5	1	0	0
	7	4	1,5	0,9	0	0
	5	4,5	1,5	1	0	0
	3	6,5	1,5	0,9	0	0
	6	7,5	1,5	1	0	0

Рис.3.3.- Данні спостереження за тест-об'єктом «редис»

Доба	Дисперсія					
3	0,168444	0,337333333	0,008444444	0,011222222	0	0,004556
7	2,802778	4,322222222	0,392111111	0,1	0,025	0,044444
10	2,002778	5,944444444	1,691666667	0,952888889	0	0,127222
Доба	Похибка арифметичного					
3	0,016844	0,033733333	0,000844444	0,001122222	0	0,000456
7	0,280278	0,432222222	0,039211111	0,01	0,0025	0,004444
10	0,200278	0,594444444	0,169166667	0,095288889	0	0,012722
Доба	t- критерій					
	к-з	к-п		к-з	к-п	
3	3,57	4,87		4,45	34,09	
7	12,1	15,7		8,56	10,41	
10	31,71	26,71		7,87	9,67	
	ФЕ					
	69%		100%			
	72%		97%			

Рис. 3.4 - Статистична обробка даних для редису

Третя доба огірка не характеризується високою енергією проростання (рис. 3.5.. Корінці з'явилися лише у контролі та засоленому середовищі. Надземна частина рослин відсутня, як і корені у посушливому варіанті досліду.

Посушливі умови огірок не витривав, а тому жодних результатів не дав й надалі.

Сьома доба. Активне проростання коріння, і майже ніякий ріст зеленої маси. Однак, десята доба компенсує все зповна. Найвища рослина 11,2 см заввишки у контролі. Засолене середовище в середньому означається довжиною рослин у 1-1,5 см.

Огірок						
	Варіант дослідю					
	Контроль		Засоленість		Посуха	
	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см
3 доба	0	1,5	0	1,7	0	0
	0	0	0	1,5	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
7 доба	3,5	5	0	1	0	0
	1,5	4,5	0	1,5	0	0
	0	0,3	0	0,1	0	0
	0	0,3	0	0,2	0	0
	0	0,4	0	0,1	0	0
	0	0,4	0	0,1	0	0
	0	0,5	0	0	0	0
	0	0,1	0	0,2	0	0
0	0,7	0	0,1	0	0	
10 доба	11,2	7	2	4,5	0	0
	10	6,7	1	3	0	0
	3,2	2,2	0,6	3	0	0
	2,7	1,1	0,6	2	0	0
	1,3	1,2	0	2	0	0
	0,3	2,4	0	0,5	0	0
	0,3	1,1	0	1	0	0
	0,5	3,3	0	0,1	0	0
1,5	3,3	0	0,1	0	0	

Рис.3.5 - Данні спостереження за тест-об'єктом «огірок»

Доба	Дисперсія					
3	0	0,25	0	0,500278	0	0
7	1,465277778	3,745278	0	0,27	0	0
10	17,57027778	5,142778	0,47	2,295	0	0
Доба	Похибка арифметичного					
3	0	0,027778	0	0,055586	0	0
7	0,162808642	0,416142	0	0,03	0	0
10	1,952253086	0,57142	0,052222222	0,255	0	0
Доба	t- критерій					
	к-з				к-п	
3	0	0			3,92	6
7	3,41	3,41			2,38	2,35
10	1,53	1,76			2,63	4,93
	φe					
	88%	100%				
	46%	100%				

Рис.3.6 - Статистична обробка даних для огірку

Фітотоксичний ефект характеризує цей сорт огірка як зовсім не посухотривалий. Однак засоленість рослина переносить не однозначно (рис. 3.6).

t-критерій в деяких випадках дорівнює 0. Це пов'язано з тим, що рослини зовсім не проростили в цей період. В іншому різниця параметрів вважається достовірною за винятком висоти паростків на 10 день. Різниця середнього майже не має значної розбіжності між контролем та факторами. Посуха зовсім не дала показників.

Кресс салат на третю добу добре проріс. І хоча у контролі довжина коріння більша (близько 0,5 см), то у засоленому середовищі більша кількість пророслих насінин (рис. 3.7).

Кресс салат						
	Варіант досліду					
	Контроль		Засоленість		Посуха	
	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см
3 доба	0	0,5	0	0,5	0	0
	0	0,5	0	0,5	0	0
	0	0,5	0	0,5	0	0
	0	0,5	0	0,3	0	0
	0	0,5	0	0,3	0	0
	0	0,5	0	0,3	0	0
	0	0	0	0,3	0	0
	0	0	0	0,3	0	0
7 доба	4	1,6	1	1,5	0	0
	3	1,5	3	1,5	0	0
	3,5	1,2	0	0	0	0
	3,2	1,2	0	0	0	0
	3	1,2	0	0	0	0
	4	1	0	0	0	0
	4	1	0	0	0	0
	1	0,5	0	0	0	0
10 доба	4	1,6	3	3,5	0	0
	3	1,5	4	3,5	0	0
	3,5	1,2	3,5	3,5	0	0
	3,2	1,2	1	2,3	0	0
	3	1,2	2	1,5	0	0
	4	1	3,5	4,5	0	0
	4	1	2	1	0	0
	1	0,5	3	1,5	0	0

Рис. 3.7 - Данні спостереження за тест-об'єктом «кресс салат»

Томат						
	Варіант досліду					
	Контроль		Засоленість		Посуха	
	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см	Висота рослин, см	Довжина коренів, см
3 доба	0	0,5	0	0	0	0
	0	0,1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
7 доба	3	2	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0
	0	0,7	0	0	0	0
	0	0,6	0	0	0	0
	0	0,5	0	0	0	0
	0	0,4	0	0	0	0
	0	0,4	0	0	0	0
	0	0,4	0	0	0	0
	0	0,3	0	0	0	0
10 доба	1	3,5	0	0	0	0
	8	4	0	0	0	0
	0,5	4	0	0	0	0
	3,5	3	0	0	0	0
	6	2	0	0	0	0
	6	1	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0
	3	2,5	0	0	0	0
	7	2,5	0	0	0	0
	4,4	2,7	0	0	0	0

Рис. 3.9. Данні спостереження за тест-об'єктом «томат»

Доба	Дисперсія													
3	0	0,024889	0	0	0	0								
7	0,9	0,260111	0	0	0	0								
10	6,231556	0,835111	0	0	0	0								
Доба	Похибка арифметичного													
3	0	0,002489	0	0	0	0								
7	0,09	0,026011	0	0	0	0								
10	0,623156	0,083511	0	0	0	0								
Доба	t- критерій													
	к-з	к-п		к-з	к-п									
3	0	0		24,1	24,1									
7	3,33	3,33		28,06	28,06									
10	6,8	6,8		33,77	33,77									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ФЕ</th> </tr> <tr> <th>засол</th> <th>посуха</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>							ФЕ		засол	посуха	100%	100%	100%	100%
ФЕ														
засол	посуха													
100%	100%													
100%	100%													

Рис. 3.10 - Статистична обробка даних для томату

Томат. 3 доба виявилася не продуктивною (рис. 3.9.). Лише в контролі з'явилися корінці не виликої довжини. Далі бачимо, що томат зовсім не стійкий до засолення та посухи. Ця рослина давала показники лише у контрольному варіанті. Фітотоксичний ефект показав, що стійкість томату до цих факторів 0% зі 100%.

Критерій Ст'юдента-Фішера вказує на достовірну різницю, окрім довжини надземної частини на 3 добу. Це пов'язано здовким покльовуванням насіння (рис. 3.10).

ФЕ за параметром	Нут		Редис		Огірок		Салат		Томат	
	Засол	Посух	Засол	Посух	Засол	Посух	Засол	Посух	Засол	Посух
Висота рослини	69%	100%	69%	100%	88%	100%	49%	100%	100%	100%
Довжина коріння	66%	100%	72%	97%	46%	100%	-28%	100%	100%	100%
Середнє	67%	100%	71%	98%	67%	100%	11%	100%	100%	100%

Рис. 3.11 - Узагальнена таблиця фітотоксичного ефекту

Графік, що знаходиться на рис.3.12. показує узагальнену динаміку розвитку досліджуваного флористичного складу в цілому. На графіку відображений вплив фітотоксичності на кожну рослину відповідно до даних з рис.3.11.

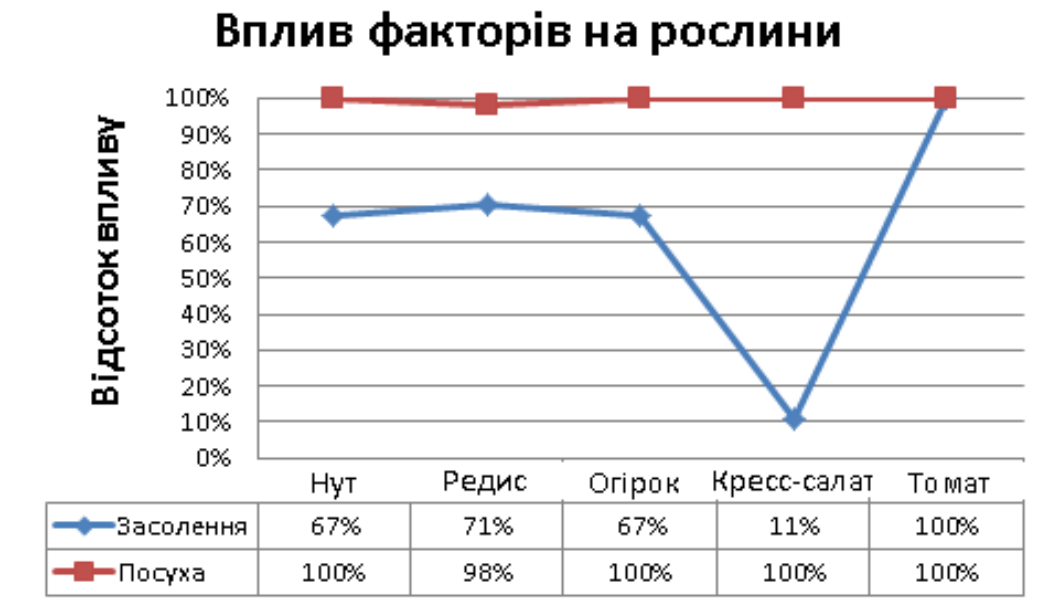


Рис. 3.12 – Узагальнений графік поведінки рослин

Рисунок 3.13 і рисунок 3.14 показують розподіл показників висоти рослин та довжини коренів відповідно до проміжків часу, коли проводилися виміри.



Рис. 3.13 – Висотні параметри рослин впродовж дослід

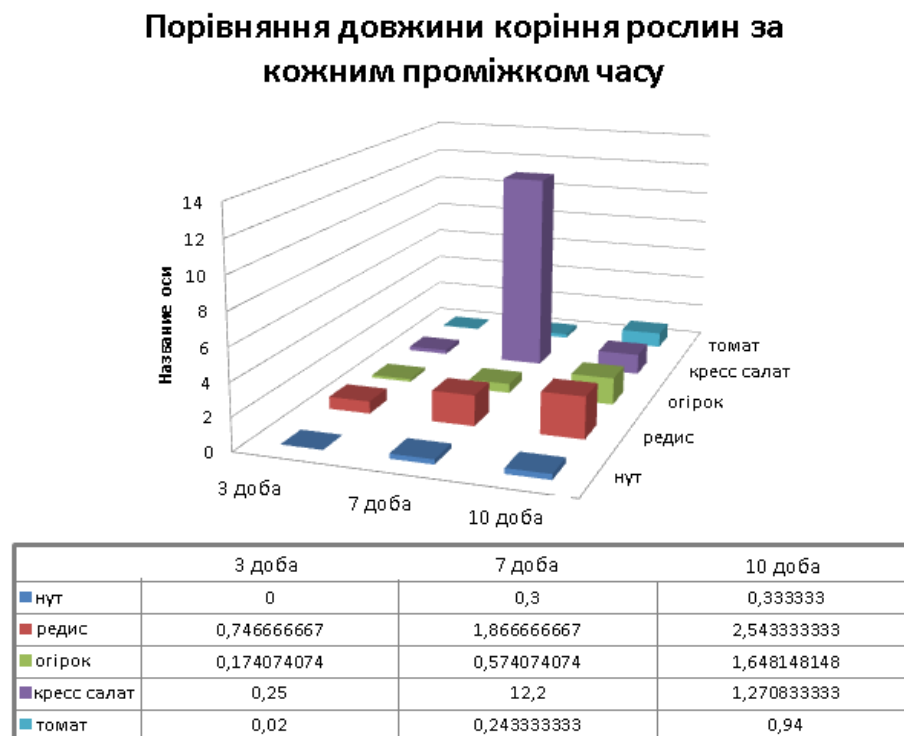


Рис. 3.14 – Параметри довжин коренів впродовж дослід

Отже, якщо узагальнити отриманні результати, можна сказати, що досліджувані рослини важко переносять зміни умов існування. До посухи жоден із фітоіндикаторів не був адаптований, хоча засоленість мала у деяких випадках стимулюючий характер.

ВИСНОВКИ

1. Прогнозується, що глобальна зміна клімату призведе до розміщення України у субтропічному кліматичному поясі.
2. Встановлено, що рослини субтропічних кліматичних зон розвинули значну кількість адаптаційних пристосувань.
3. Розглянули і змоделиували два найбільш впливові фактори, що можуть вплинути на розвиток фітоценозу країни.
4. Майже всі розглянуті тест-організми не стійкі до посухи.
5. Більшість рослин є стійкими до засоленості, а кресс салат відобразив навіть стимулюючий ефект NaCl.
6. Проведені розрахунки показали, що отриманні вибірки є достовірними і достовірно відрізняються між собою.
7. Розрахунок фітотоксичного ефекту, який використали для виявлення достовірно не пророслих насінин показав, що посуха має 100% вплив на більшість рослин.
8. При об'єднанні обох факторів та контрольних даних у одну гістаграмму, виявили що кресс салат показав найбільші висотні та довжинні показники на 7 добу. Це пов'язано з зупинкою росту у зв'язку із точкою максимуму до 10 доби, а отже й менший середній показник. Розвиток же інших рослин більш-менш однорідно прогресував.
9. На результати дослідження міг вплинути як людський фактор, так і статистична похибка машини, невідоме походження та якість насіння, тощо. Можливо, що насіння зберігалось у середовищі, що не відповідає нормам вказаних виробником. Намокання, перемороження та інші фактори могли вплинути на відсоток проростання.
10. Робота має потенціал до подальшого розвитку, адже тема кліматичних змін ще не один рік турбуватиме людство, можна використати більшу кількість рослин у якості індикатора (наприклад зернові культури,

квіткові рослини та інші) та збільшити терміни спостережень. А моделювання кліматичних змін має місце і при польових дослідженнях та біоіндикації у польових умовах.

11. Одним із способів вирішення згубного впливу на рослини зовнішніх факторів я вбачаю адаптивне керування рослинними об'єктами за методикою, яку запропонував М.В. Самохвалов у 2010 році у віснику Красноярського державного аграрного університету. А також метод передпосівної обробки насіння, наприклад, селеном.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пристосування рослин до зміни температури та вплив на них екстремальних температурних умов [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://pidru4niki.com/68974/ekologiya/pristosuvannya_roslin_zmini_temperaturi_vpliv_nih_ekstremalnih_temperaturnih_umov.
2. "Ukraine". Country Pasture/Forage Resource Profiles. Food and Agriculture Organization. Retrieved 8 August 2016.
3. "Ukraine – Climate". *Encyclopædia Britannica*. Retrieved 20 October 2015.
4. Лабораторна робота - Рослинний світ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://referatu.net.ua/referats/951/41731>.
5. Неолітична революція [Електронний ресурс] // Вікіпедія – вільної енциклопедія.. – 2012. – Режим доступу до ресурсу:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F.
6. Температура як екологічний фактор [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/30228/mod_resource/content/1/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%BB%20.%20%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0.pdf.
7. Уткина И. А. изменение климата и его последствия для взаимоотношений фитофагов с растениями / И. А. Уткина, В. В. Рубцов. // Лесной вестник. – 2009. – №5. – С. 165–176.
8. Прудников П. С. Компоненты антиоксидантной системы и интенсивность пол Prúnus Cerásus L. при действии гипертермии и засухи / П.

С. Прудников, Д. А. Кривушина, А. А. Гуляева. // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2016. – №3. – С. 116–119.

9. Иванищев В. В. О механизмах солеустойчивости растений и специфике влияния засоления / В. В. Иванищев. // Известия ТулГУ. Естественные науки. – 2019. – №4. – С. 76–88.

10. Россихина А. С. Моделирование процесса комбинированного воздействия засухи и остаточных гербицидов на зерновые культуры / А. С. Россихина, В. Я. Попов, А. Н. Винниченко. – 2006.