

Протокол спостереження за зміною кольору листя

Мета

Спостереження за зміною кольору листя рослин та внесення даних для перевірки оцінок кінця вегетаційного сезону

Огляд

Учні спостерігають за зміною кольору листя дерев, кущів та трав'янистих рослин.

Результати

Учні навчаться:

- Спостерігати за зміною кольору листя в кінці вегетаційного сезону;
- Порівнювати колір листя з кольором в [Визначнику кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#);
- Визначати види типових для вашого регіону дерев;
- Встановлювати зв'язок між пожовтінням листя і кліматичними факторами;
- Передбачати кінець вегетаційного сезону для наступного сезону;
- Порівнювати зміну кольору різних видів рослин;
- Обмінюватися результатами з іншими школами GLOBE;
- Співпрацювати з іншими школами (у вашій країні чи інших країнах);
- Ділитися своїми спостереженнями надсилаючи дані до архіву GLOBE.

Наукові концепції

Науки про Землю та Космос:

Погода змінюється щодня та в залежності від пір року.

Сонце – це головне джерело енергії на поверхні Землі.

Природничі науки:

У організмів є базові потреби.

Організми можуть вижити лише в тому середовищі, де їхні потреби задовольняються.

Функції організмів пов'язані з їхнім середовищем.

Організми змінюють середовище в якому вони живуть.

На Землі є багато різних середовищ у яких мешкають різні групи організмів.

У тварин і рослин є життєві цикли.

Енергію для життя отримується в основному від сонця.

Живі системи потребують постійного притоку енергії, щоб підтримувати хімічну та фізичну організацію.

Науково-дослідницькі навички

Оцінка домінуючих видів.

Визначання видів рослин (розширений рівень).

Спостереження за зміною кольору листя.

Проведення замірів листя.

Постановка питань на які можна отримати відповідь.

Планування та проведення наукових досліджень.

Використання відповідних математичних знань для аналізу даних.

Опис даних та передбачення.

Визнання та аналіз альтернативних пояснень.

Поєднання процедури, опису та висновків/передбачень.

Час

30 хвилин (не включаючи час на дорогу)

Рівень

Всі

Частота

Щонайменше двічі на тиждень починаючи за два тижні до очікуваного початку пожовтіння листя і продовжуючи доки рослини перестануть змінювати колір чи листя опадє.

Матеріали та інструменти

Протоколи GLOBE (більшість містяться в цьому протоколі):

Протокол спостереження за пожовтінням трави. Путівник (*Grass Green-Down Field Guide*) і/або Протокол спостереження за пожовтінням листя на деревах та кущах. Путівник (*Tree and Shrub Green-Down Field Guide*)

Вибір ділянки проведення спостережень за озелененням та пожовтінням листя. Путівник (*Tree and Shrub Green-Up and Green-Down Site Selection Field Guide*) і/або Вибір ділянки проведення спостережень за озелененням та пожовтінням трави. Путівник (*Grass Green-Up and Green-Down Site Selection Field Guide*)

Лист визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням листя (*Tree, Shrub, and Grass Green-Down Data Sheet*)

Лист визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням трави (*Green-Up and Green-Down Site Definition Sheet*)

Лист реєстрації даних про пожовтіння (*Green-Down Data Sheet*)

Маркувальна стрічка (потрібно буде мати по 1 мітці для кожного учня)

Компас

Фотоапарат

Олівці

[Визначник кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#)

Перманентний маркер

Підготовка

Ознайомтеся з домінуючими видами рослин на шкільній ділянці для досліджень GLOBE (чи місці, де ви плануєте створити ділянку)

Попередні заняття (необов'язково)

Оценка плотности облачного покрова: имитация (Учебные занятия-6) з посібника Програма GLOBE: Полное руководство для учителей (1997) розділу [Атмосферні дослідження](#)

Вибір ділянки для спостережень за озелененням та пожовтінням

Ось декілька речей на які потрібно звернути увагу перед вибором ділянки для спостереження за пожовтінням листя. Ті ж самі поради підходять і для вибору ділянки для спостережень за озелененням.

1. Ділянка фенологічних спостережень має бути в районі, де озеленення та пожовтіння місцевих рослин відбувається через кліматичні фактори, такі як: зростання температури чи опадів. Полив чи внесення добрив змінюють вегетаційні цикли рослин і такі дані не будуть репрезентативними для місцевої рослинності і кліматичних умов та їх зв'язку. Будівлі поглинають сонячне випромінювання і укривають ділянки від вітру. Отже, уникайте ділянок біля будівель чи з поливом та

- внесеннями добрив. Для фенологічних спостережень це означає, що рослина не повинна бути ближче до будівлі ніж на висоту цієї будівлі. Щоб встановити чи знаходиться рослина занадто близько до будівлі, станьте біля рослини і погляньте на верхів'я будинку через ваш клінометр. Якщо кут більший за 45°, споруда надто близько.
2. Немісцеві види або екзотичні рослини можуть мати вегетаційні цикли, які не будуть пов'язані з місцевими кліматичними умовами. Часто причиною є те, що ці види не еволюціонували в місцевому кліматі, щоб пристосуватися до його умов. Якщо ви не впевнені які рослини є місцевими або еволюціонували в подібних кліматичних умовах, зверніться до місцевого спеціаліста з сільського господарства, дендрології або відповідного працівника університету тощо.
 3. Ваша ділянка має знаходитися в доступному місці, так як учні будуть відвідувати її щонайменше двічі на тиждень. Це може бути та ж сама ділянка, що і для атмосферних досліджень або типова ділянка для дослідження наземного покриву. Обов'язково визначте широту, довготу і висоту над рівнем моря вашої ділянки за допомогою GPS, спеціального додатку на смартфоні чи Інтернет ресурсів.
 4. Оскільки результати спостережень за озелененням та пожовтінням можуть бути пов'язані з температурою та опадами, вологістю ґрунту чи його температурою, краще обирати ділянку поряд з ділянкою для атмосферних спостережень чи ділянкою для визначення вологості ґрунту. Місцева топографія може стати причиною варіації погодних умов навіть на невеликих відстанях. Це особливо помітно в гірських чи узбережних районах. Горизонтальна відстань між цими ділянками не повинна перевищувати 2 кілометри, а різниця у висотах повинна бути меншою ніж 100 метрів, щоб ви могли з точністю сказати чи корелюють дані атмосферних досліджень з фенологічними.
 5. Дані про вегетаційні цикли, які отримуються з супутників в основному базуються на декількох домінантних видах у верхньому ярусі. Це види з найбільшою часткою кронного покриття. Якщо ви використовуєте типову ділянку для визначення наземного покриву, ви вже знаєте ці домінантні види. Якщо ви використовуєте нову ділянку, беріть від одного до трьох домінантних видів верхнього ярусу, які є типовими для вашої місцевості. Це можуть бути хвойні дерева, широколистяні дерева, широколистяні чагарники чи трави. Для фенологічних спостережень ви повинні обрати лише листопадну рослину, однак, якщо усі домінантні види це вічнозелені хвойні дерева, оберіть широколистяний кущ чи чагарник з нижнього ярусу. Наприклад, якщо на вашій ділянці 90% веймутової сосни і 10% клену цукрового, оберіть об'єктом дослідження клен.
 6. З наукової точки зору найкраще брати для дослідження і озеленення і пожовтіння одну і ту ж гілку дерева чи куща. Однак, ви можете обрати і інші гілки чи навіть інші ділянки, якщо це відповідає вашим навчальним цілям. Якщо ви використовуєте різні ділянки для спостереження за озелененням чи пожовтінням, ви повинні для кожної створити свою ділянку на сайті.
 7. Оскільки зміни вегетаційних циклів можуть бути викликані зміною клімату, бажано, щоб учні вашої школи використовували ті ж самі види рослин, гілки постійно рік за роком.

Вибір ділянки проведення спостережень за озелененням та пожовтінням листя

Путівник

Завдання:

Визначити ділянку для спостереження за пожовтінням та озелененням дерев та кущів.

Матеріали:

- *Лист визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням (Green-Up and Green-Down Site Definition Sheet);*
- GPS-приймач (можна використовувати GoogleMaps або додаток на смартфоні);
- Маркувальна стрічка або інший тривкий засіб для маркування;
- Компас;
- Ручка або олівець;
- Можна використовувати *GPS Data Sheet* і *GPS Protocol Field Guide*;
- Місцевий визначник флори.

Ділянка повинна знаходитися в зоні, де вегетаційні процеси визначаються кліматичними факторами, такими як температура та кількість опадів. Не потрібно брати ділянки, де відбувається внесення добрив, проводиться додаткова іригація або ділянки, які знаходяться поблизу будівель. Ділянка повинна знаходитися від будівлі на відстані не меншій, ніж висота цієї будівлі.

Ділянка дослідження повинна знаходитися в легко доступному місці, оскільки учні будуть відвідувати її принаймні двічі на тиждень. Краще обрати ділянку, яка знаходиться поряд з ділянкою для атмосферних досліджень, оскільки температура та кількість опадів впливають на вегетаційні процеси, і учні повинні будуть фіксувати ці дані також. Бажано, щоб відстань до ділянки атмосферних досліджень не перевищувала 2 км, а різниця у висоті над рівнем моря була не більше 100 м. Так, ви зможете побачити чи корелюють між собою дані атмосферних і фенологічних досліджень.

Кожен учень (або пара учнів) може обрати своє дерево (або кущ) для дослідження. Якщо дерево (або кущ) лише одне, то оберіть принаймні три гілки для дослідження.

Покрокова інструкція (для кожного учня):

1. Заповніть верхню частину *Листа визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням (Green-Up and Green-Down Site Definition Sheet)*.
2. Оберіть дерево або кущ за яким буде вестися спостереження. Дерево або кущ має бути місцевим доміантним видом, листопадним і легко доступним.
3. Визначте вид рослини. Переконайтеся за допомогою визначника (чи за порадою спеціаліста), що рослина належить саме до того виду. Запишіть назву виду і роду рослини до *Листа визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням (Green-Up and Green-Down Site Definition Sheet)*.
4. Виберіть здорову, порівняно велику гілку на південному боці рослини. Використайте компас чи GPS-приймач, щоб визначити напрямок. Якщо обирається нижня гілка, то вона повинна бути на краю деревостою, всередині деревостою може бути інший мікроклімат через затінення.
5. Помітьте гілку маркувальною стрічкою. На стрічці зробіть позначку з оригінальним номером, а також назвою/номером вашої групи та назвою школи.

6. Проведіть вимірювання (широта, довгота, висота над рівнем моря) за допомогою GPS-приймача (або іншого варіанту) та запишіть їх в *Лист визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням (Green-Up and Green-Down Site Definition Sheet)*. Можна використовувати *GPS Protocol* програми GLOBE.

Вибір ділянки проведення спостережень за озелененням та пожовтінням трави

Путівник

Завдання:

Визначити ділянку для спостереження за пожовтінням та озелененням трави.

Матеріали:

- *Лист визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням (Green-Up and Green-Down Site Definition Sheet);*
- GPS-приймач (можна використовувати GoogleMaps або додаток на смартфоні);
- Ручка або олівець;
- Рейка або рулетка;
- Цвяхи або кілочки чи інші тривкі маркери;
- Можна використовувати *GPS Data Sheet* і *GPS Protocol Field Guide*;
- Місцевий визначник флори.

Покрокова інструкція:

1. Заповніть верхню частину *Листа визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням (Green-Up and Green-Down Site Definition Sheet)*.
2. Визначте вид рослини. Переконайтеся за допомогою визначника (чи за порадою спеціаліста), що рослина належить саме до того виду. Запишіть назву виду і роду рослини до *Листа визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням (Green-Up and Green-Down Site Definition Sheet)*.
3. Виберіть один метр квадратний площі, де переважають трав'янисті рослини. Відзначте свій метр квадратний метр ділянки цвяхами або кілочками.
4. Запишіть GPS вимірювання (широта, довгота, висота) за допомогою GPS приладу, смартфона тощо.

Дослідження Землі як системи

Лист визначення ділянки для спостереження за озелененням та пожовтінням листя

Назва школи _____

Прізвища та імена спостерігачів _____

Дата _____ Оберіть: Нова ділянка Оновлення даних про стару ділянку

Назва ділянки _____

Координати:

Широта: _____ N чи S

Довгота: _____ E чи W

Висота над рівнем моря: _____ метри (ів)

Джерело даних: GPS інше

Якщо ви обрали інше, опишіть: _____

Найближча ділянка атмосферних спостережень (назва): _____

Відстань до ділянки: _____ метри (ів); Напрямок до ділянки: N NE E SE S SW W NW

Тип ділянки: Ділянка атмосферних досліджень Типова ділянка наземного покриття Інше

Якщо ви обрали інше, опишіть: _____

Для кожного дерева, куща чи ділянки трави заповніть наступну інформацію:

Для трав вид вказувати НЕ потрібно

Дерево, чагарник чи трава та його мітка (можна використовувати номер)	
Рід	
Вид	
Загальна назва	

Коментарі:

Матеріали для вчителя

Додаткова підготовка

Перед початком фенологічних спостережень учні можуть виконати завдання Оцінка щільності хмарного покрива: імітація (Учебные занятия-6) з посібника Програма GLOBE: Полное руководство для учителей (1997) розділу [Атмосферні дослідження](#). Це допоможе учням робити правильну оцінку кольору листя у фенологічних спостереженнях. Починати спостереження потрібно щонайменше за два тижні до очікуваного пожовтіння.

Частота спостережень

У більшості природних зон світу рослини мають лише один вегетаційний сезон. Однак, є місця, де трапляються зміни вологого і сухого сезону протягом року, що призводить до того, що листя може опадати декілька разів на рік. Через це при реєстрації даних ми просимо вас вказати який цикл ви спостерігаєте. Якщо у вашій зоні є лише один цикл – пишіть цикл пожовтіння 1, якщо два цикли – вкажіть 1 або 2 і т.д.

Процедура вимірювання

Якщо обираються нижні гілки, то вони повинні бути на краю деревостою, оскільки всередині деревостою може бути інший мікроклімат через затінення.

В деяких районах, кінець спостережень настає з кінцем зміни кольору листя.

Для кожного спостереження, учні записують колір листочка використовуючи [Визначник кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#), чи записують, що листочок опав або покритий снігом. Якщо листочок опав, більше спостережень за ним не проводяться. В залежності від того, який був снігопад, спостереження за листочком, який покритий снігом також може завершитися.

Питання для подальших досліджень

Які інші тварини (метелики, водяні птахи, співочі птахи) мігрують після опадання листя рослин? Коли? Чому?

Чи пожовтіння листя починається раніше чи пізніше з зростанням висоти? Чому?

Де пожовтіння листя починається раніше: ближче до узбережжя чи далі від нього? Чому?

Як опале листя впливає на властивості ґрунту, такі як: колір, здатність утримувати воду, біогенні речовини? Як ви можете це дізнатися? Чому це важливо?

Питання, які часто задають

Чи повинен я використовувати для спостереження за озелененням ті ж самі листочки?

Якщо можливо, використовуйте ті ж самі гілки чи ділянку трав. Якщо ви використовуєте інші рослини, по можливості оберіть рослини того ж виду. Якщо рослини для спостережень знаходяться в різних ділянках, створіть нову ділянку на сайті GLOBE.

Протокол спостереження за пожовтінням листя на деревах та кущах

Путівник

Завдання:

Спостереження та запис пожовтіння листя на деревах та кущах

Матеріали:

Для першого візиту

- Лист спостереження за пожовтінням дерев, кущів та трав'янистих рослин (*Tree and Shrub Green-Down Data Sheet*).
- Ручка або олівець
- Фотоапарат
- Компас
- Перманентний маркер
- [Визначник кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#)

Кожного візиту

- [Визначник кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#)
- Ручка або олівець
- Лист спостереження за пожовтінням дерев, кущів та трав'янистих рослин (*Tree and Shrub Green-Down Data Sheet*).

Покрокова інструкція

Під час першого вимірювання:

1. Заповніть верхню частину Листа спостережень.
2. Виберіть листок в кінці гілки. Помітьте цей листок, поставивши одну крапку маркером на гілці біля стебла листка або біля черешка. Виберіть три інших листка, що знаходяться найближче до поміченого.
3. Помітьте ці листки, поставивши дві, три або чотири крапки біля їх стебла або черешків.
4. Зробіть фотографію з в напрямку півночі, півдня, заходу та сходу.

Кожного вимірювання:

1. Визначте основний колір кожного листка, користуючись [Визначником кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#). Наприклад, якщо листок один на 60% площі має колір 5G 7/12, а на 40% - 2.5 Y8/10, то для цього дня вимірювань колір листка запишіть як 5G 7/12.
2. Запишіть свої спостереження в Лист спостереження за пожовтінням дерев, кущів та трав'янистих рослин (*Tree and Shrub Green-Down Data Sheet*).
 - Якщо листок покритий снігом, запишіть «покритий снігом».
 - Якщо листок опав, запишіть «опав» і припиніть спостереження.
 - В іншому випадку, продовжуйте вести спостереження за кольором доки листок не припинить змінювати колір.

Протокол спостереження за пожовтінням листя на трав'янистих рослин

Путівник

Завдання:

Спостереження та запис пожовтіння трав'янистих рослин

Матеріали:

Для першого візиту

- Лист спостереження за пожовтінням дерев, кущів та трав'янистих рослин (*Tree and Shrub Green-Down Data Sheet*).
- Ручка або олівець
- Фотоапарат
- Компас
- Перманентний маркер
- [Визначник кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#)

Кожного візиту

- [Визначник кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#)
- Ручка або олівець
- Лист спостереження за пожовтінням дерев, кущів та трав'янистих рослин (*Tree and Shrub Green-Down Data Sheet*).

Покрокова інструкція

Під час першого вимірювання:

- Заповніть верхню частину протоколу.
- Знайдіть найдовші зелені пагони.
- Помітьте основу найдовшого пагону однією точкою. Помітьте другий найдовший пагін двома точками, третій – трьома і четвертий – чотирма точками.
- Зробіть фотографію з в напрямку півночі, півдня, заходу та сходу.

Кожного вимірювання:

3. Визначте основний колір кожного пагона, користуючись [Визначником кольорів для рослин \(GLOBE Plant Color Guide\)](#). Наприклад, якщо пагін №1 на 60% площі має колір 5G 7/12, а на 40% - 2.5 Y8/10, то для цього дня вимірювань колір пагона запишіть як 5G 7/12.
4. Запишіть свої спостереження в Лист спостереження за пожовтінням дерев, кущів та трав'янистих рослин (*Tree and Shrub Green-Down Data Sheet*).
 - Якщо листок покритий снігом, запишіть «покритий снігом».
 - Якщо листок опав, запишіть «опав» і припиніть спостереження.
 - В іншому випадку, продовжуйте вести спостереження за кольором доки листок не припинить змінювати колір.

Дослідження Землі як системи

Лист спостереження за пожовтінням дерев, кущів та трав'янистих рослин

Назва школи _____

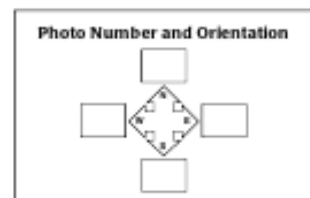
Назва ділянки: PHN- _____

Прізвища та імена спостерігачів _____

Назва рослини (латинь): Рід _____ Вид _____

Загальна назва рослини _____

Вегетаційний цикл (1, 2 або 3) _____ Рік _____



Дата (день і місяць)	Листок 1 (колір, опав або покритий снігом)	Листок 2 (колір, опав або покритий снігом)	Листок 3 (колір, опав або покритий снігом)	Листок 4 (колір, опав або покритий снігом)	Дані внесено на сайт GLOBE (+/-)

В останній колонці напишіть «+», якщо ви вносили ці дані на сайт GLOBE і «-» - якщо ні.

Коментарі (ставте дату біля кожного запису)

Example of Completed Green-Down Data Sheet

Tree, Shrub, and Grass Green-Down

Date (day and month)	Leaf 1 (Color, fallen snow covered)	Leaf 2 (Color, fallen snow covered)	Leaf 3 (Color, fallen snow covered)	Leaf 4 (Color, fallen snow covered)	Reported to GLOBE
30 September	5 G 7/4	5 G 7/4	5 G 7/4	5 G 7/4	<input checked="" type="checkbox"/>
3 October	5 G 7/4	5 G 7/4	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	<input checked="" type="checkbox"/>
7 October	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	<input checked="" type="checkbox"/>
11 October	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	<input checked="" type="checkbox"/>
14 October	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	<input checked="" type="checkbox"/>
16 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	<input checked="" type="checkbox"/>
20 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	<input type="checkbox"/>
23 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	<input type="checkbox"/>
27 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	<input type="checkbox"/>
30 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4	<input type="checkbox"/>
4 November	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4	fallen	<input type="checkbox"/>
6 November	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4		<input type="checkbox"/>
11 November	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4		<input type="checkbox"/>
14 November	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4		<input type="checkbox"/>
17 November	7.5 YR 6/4	fallen	7.5 YR 6/4		<input type="checkbox"/>
22 November	7.5 YR 6/4		fallen		<input type="checkbox"/>
29 November	7.5 YR 6/4				<input type="checkbox"/>
2 December	snow covered				<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>

Фенологічні спостереження за рослинами: Зміна кольору листя – інтерпретація даних

Чи виглядають ваші дані обґрунтованими?

Перший крок в інтерпретації даних фенологічних спостережень полягає в тому, щоб з'ясувати чи є вони правдоподібними та чи мають вони зміст. Ви повинні припинити спостереження після того як листочки опали або перестали змінювати колір. Погляньте на таблицю EA-GD-1. На ній показано спостереження за пожовтінням листя школи Escuela de Enseñanza Media 7 Nicolas Copernico в Буенос-Айресі, Аргентина. Для листочків 1, 2, і 3

Table EA-GD-1 shows a table of green-down data for another school.

Date	Leaf number	Leaf State	Color
20021021	1	F	
20021021	2	F	
20021021	3	F	
20021021	4	C	2.5Y:8/12
20021024	1	C	5GY:4/8
20021024	2	C	5GY:5/10
20021024	3	C	5GY:7/12
20021024	4	C	5GY:4/10

колір записано вже після того як вони опали. Це може бути помилкою в даних. Можливо, дати записано невірно і те, що було записано 24 жовтня повинно було б бути 21 жовтня. Щоб з'ясувати істину потрібно зв'язатися зі школою і запитати учителя та учнів.

Також, зверніть увагу, що для листочка 4 записано два спостереження кольору. Він був жовтим 21 жовтня (2.5Y:8/12), а потім став знову зеленим 24 жовтня (5GY:4/8). Дати були переплутані як і для листочків 1, 2, і 3? Листок продовжував змінювати колір? Якщо так, то як

він змінився і коли? Чи, можливо, він опав? На жаль, ми не можемо дізнатися цього з цих даних.

Що шукають у цих даних науковці?

Науковці дуже зацікавлені в тому, щоб знати коли листя з'являється навесні і як швидко воно росте. Час і швидкість пожовтіння або зміни кольору листя також є дуже важливим. Може здатися дивним, що такі звичайні та буденні події є важливими для наук про Землю, але це так. Ці події вегетаційного циклу рослин напряду пов'язані з глобальною фіксацією вуглецю та кількістю вуглекислого газу в атмосфері. Також, вони підлягають впливу і впливають на такі фактори як температура повітря, вологість, вологість ґрунту.

Наприклад, багато вчених використовують дані розробленого NASA приладу - середньороздільного спектрометра з формуванням зображення (Moderate Resolution Imaging Spectrometer – MODIS), щоб спостерігати за сезонними змінами рослинного покриву. Дані спостережень за озелененням та пожовтінням, які за допомогою уніфікованих методів збирають учні GLOBE, є одним з найкращих інструментів для перевірки точності супутникових даних.

Комп'ютерні моделі – це один з основних дослідницьких інструментів, які використовують вчені, щоб передбачити майбутній клімат планети. Сезонні вегетаційні паттерни – це важливий компонент цього дослідження. Багато моделей мають програми, які використовуються для того, щоб передбачити швидкість розпускання листя. Без даних для порівняння цих моделей, ми не знатимемо чи правильними є її передбачення. Використання даних GLOBE для вдосконалення цих моделей дає можливість науковцям точніше перебачити наш майбутній клімат.

Деяке застосування даних GLOBE є дуже специфічним, особливо коли фенологія рослин пов'язана з іншими подіями. Багато рослинних шкідників таких як непарний шовкопряд з'являються на певних стадіях розвитку листка. Поєднуючи дані спостережень GLOBE за озелененням з появою непарних шовкопрядів, науковці працюють над вдосконаленням способів поведження з шкідниками.

Отже, беручи участь в спостереженнях програми GLOBE за озелененням та пожовтінням листя, ви допоможете зібрати дані, які вчені використають в багатьох напрямках науки про Землю, інколи в непередбачуваний спосіб!

Приклад учнівського дослідження

Учитель запитав учнів чому листя змінює колір восени? Учні не знали точної відповіді. Один учень відповів, що він ніколи не думав про це і сприймав це як належне – листя змінює колір восени і, зрештою, опадає. Після дискусії на темі чому листя змінює колір і опадає в процесі підготовки до стану спокою в зимову пору року, вчитель запитав чи все листя стає однакового кольору. Учні відповіли, що деякі дерева стають червоними інші жовтогарячими, а деякі коричневими чи жовтими. Як домашнє завдання, учитель попросив учнів подивитися дані спостережень за пожовтінням листя на веб-сайті GLOBE і зробити свої висновки про те, як листя змінює колір восени.

Учні були ознайомлені з картами і графіками GLOBE. На веб-сайті програми GLOBE у розділі Візуалізації та отримання даних (Visualize and Retrieve Data), вони вирішили подивитися на дані учнів зі школи Suomussalmi Lukio у Фінляндії. Ця школа мала 10 фенологічних ділянок. Після аналізу графіків даних кожної ділянки вони зрозуміли, що учні фінської школи збирають дані про різні види - *Alnus incana*, *Larix deciduas*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Calamagrostis*, і *Betula pendula*. Вони вирішили детальніше проаналізувати види на трьох ділянках показаних на рисунках EA-GD-2, EA-GD-3 та EA-GD-4: Рисунок EA-GD-2 (ділянка GRN-01) з *Alnus incana*, Рисунок EA-GD-3 (ділянка GRN-02) з *Betula pendula*, Рисунок EA-GD-4 (ділянка GRN-03) з *Larix decidua*. Також, вони проаналізували таблиці даних.

Учні зробили багато спостережень:

1. На початку спостережень для *Alnus incana* і *Betula pendula* мали однаковий зелений колір, а *Larix deciduas* – інший. Вони з'ясували це проаналізувавши дані таблиці для кожного графіку і ділянки і побачивши, що перші два види починаються з кольору 5GY:4/8, а *L. deciduas* з кольору 5GY:7/12.

2. Колір листя *A. Incana* майже не змінився і залишався темно-зеленим доколи воно не опало.

3. Колір листя *B. pendula* змінився від темно-зеленого до світло-зеленого, а потім жовтого. Два з чотирьох листочків стали коричневими перед тим як опасти, а інші два були більш жовтими.

4. *L. deciduas* змінилася з світло-зеленого на жовтий, а потім жовтогарячий на трьох листочках. Четвертий листочок залишився жовтим.

5. Листя опало у різні дні. Листя на *A. incana* опало близько 3 жовтня, *B. pendula* – 28 вересня і *L. deciduas* – біля 27 жовтня.

Учні зробили висновок, що різні дерева по-різному змінювали колір восени. Вони виконали домашнє завдання, але замість того, щоб перейти до наступної теми учні мали ще більше питань!

Один учень зауважив, що вони дивилися на дані, які збиралися лише протягом одного року. Чи почнеться пожовтіння наступного року у цей самий час? Інший учень запитав чи кожен вид дерев змінює колір листя так само щороку? Що трапиться, якщо буде незвичайно холодна чи суха осінь? Ще один учень запитав чи ці самі види будуть змінювати колір так само у різних районах Фінляндії та інших країнах.

Щоб знайти відповіді на ці запитання вони вирішили зв'язатися з кимось з місцевої спільноти, хто б знав про місцеві вегетаційні цикли та види дерев типових для їхньої місцевості. Також, вони вирішили пошукати дані на сайті GLOBE про види дерев, які є на їхній території. Потім вони порівнюють зміну кольору однакових видів рослин у різних місцях. Учні вирішили провести експеримент: вони оберуть типові види дерев для їхньої місцевості і перевірять чи, можливо, учні якоїсь іншої школи також вирішили обрати ці види для спостереження. Вони будуть спостерігати пожовтіння наступної осені. Вони вважають, що колір листя однакових видів буде змінюватися подібно в різних місцевостях.

Figure EA-GD-1

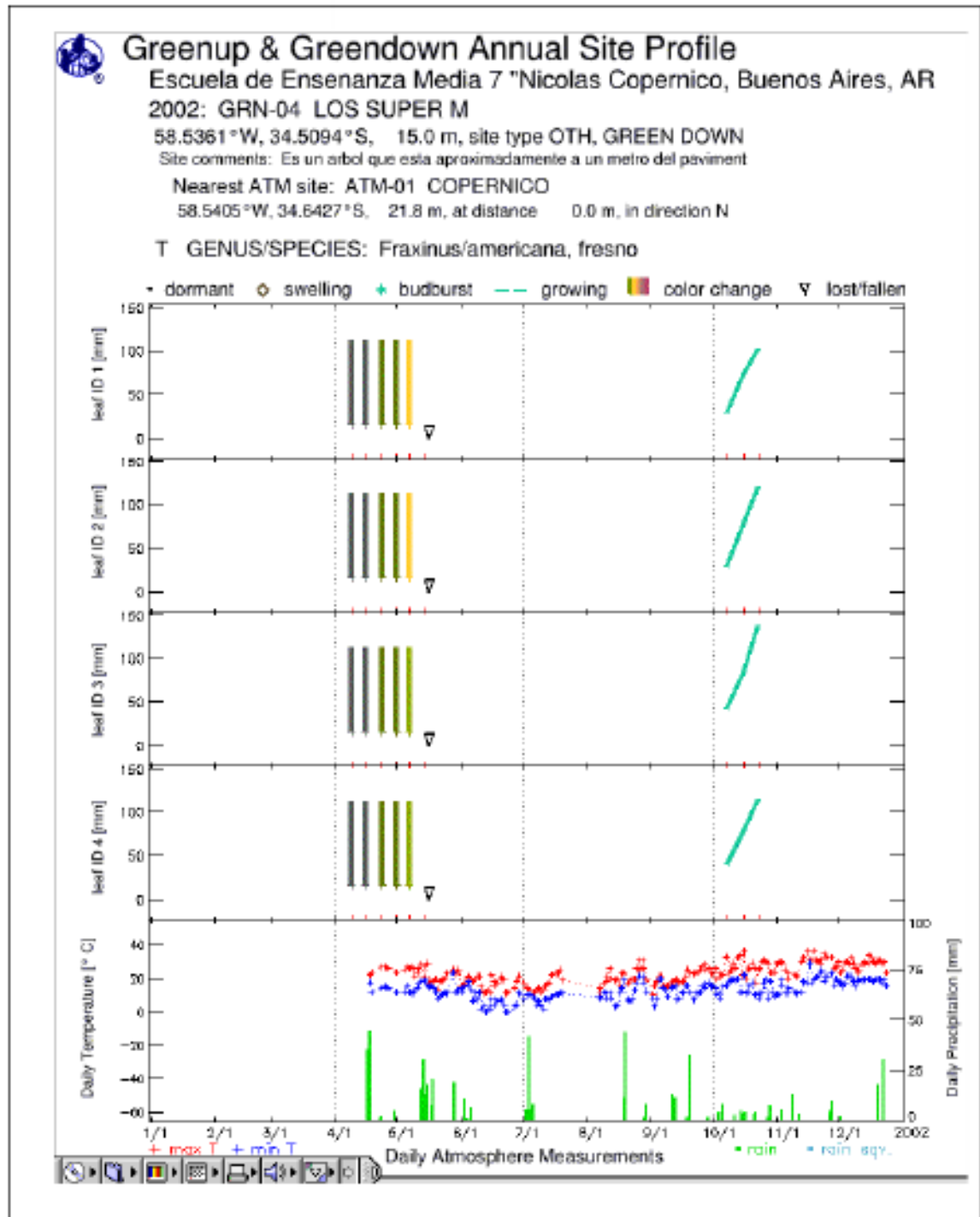


Figure EA-GD-2

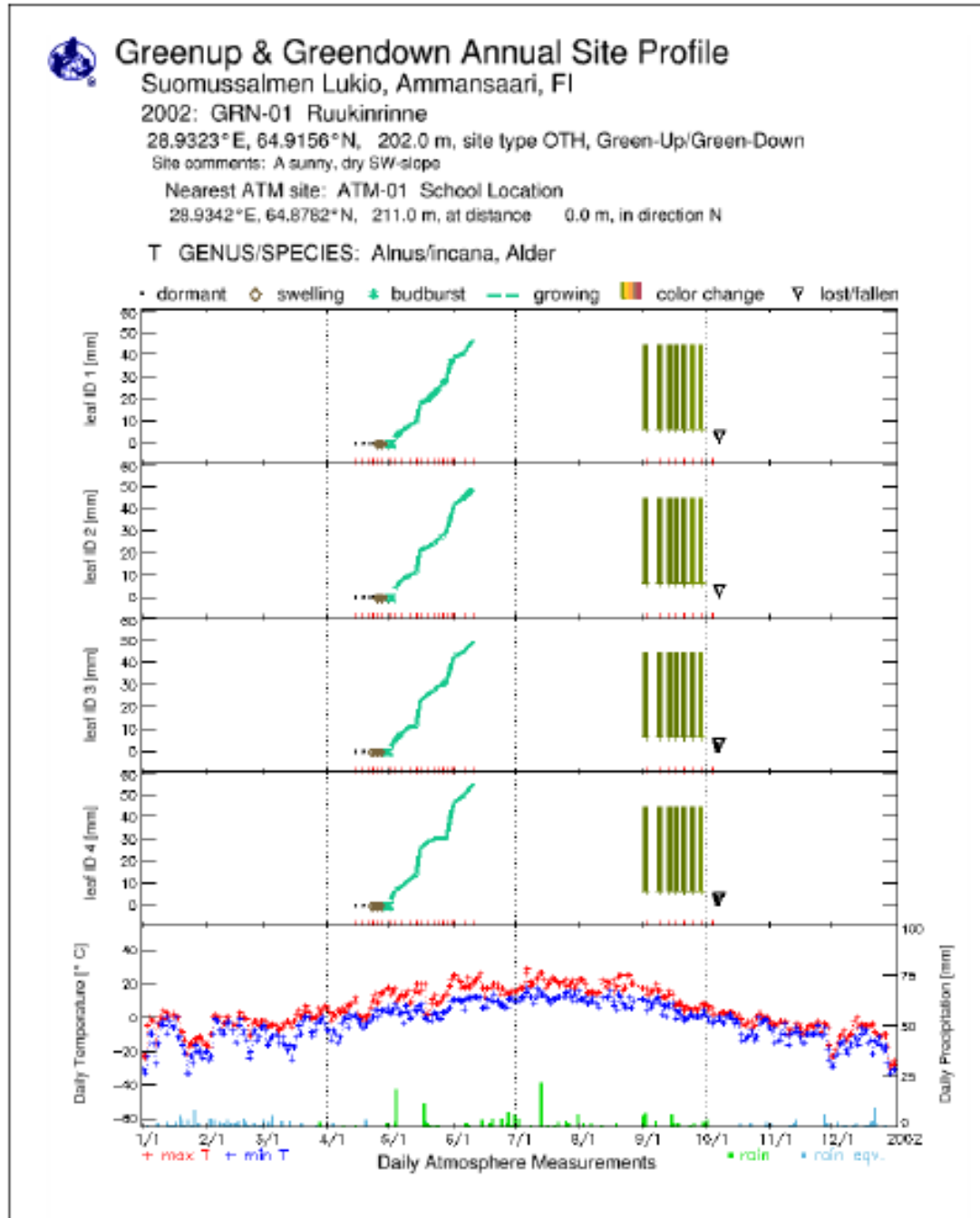


Figure EA-GD-3

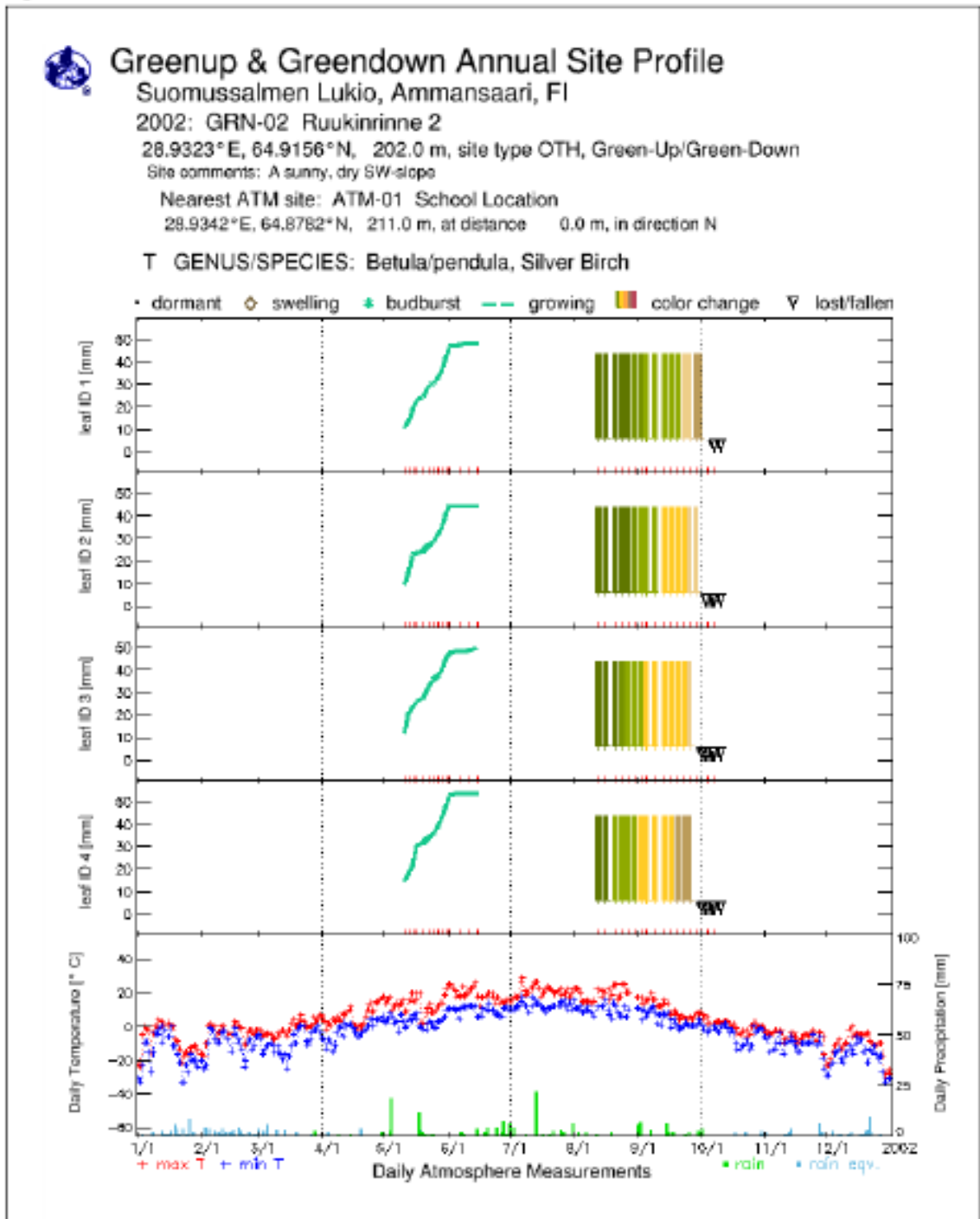


Рисунок 2. Визначник кольорів для рослин (GLOBE Plant Color Guide)

