

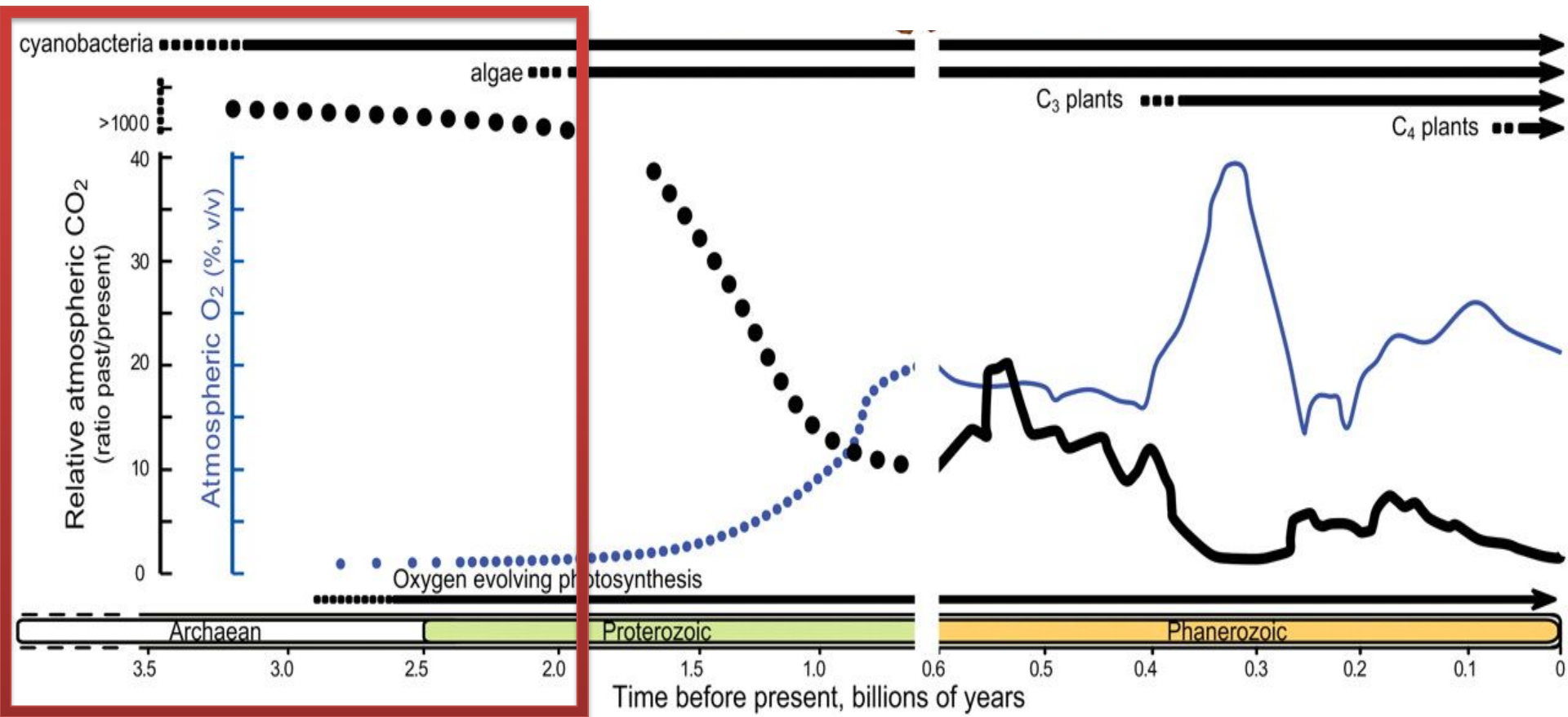
# “Неекономічний фермент”



Завадська Дарина  
Команда “Дослідник”

# Початкові умови

- Поширена думка, що низька ефективність RuBisCO – спадок із тих часів, коли концентрація CO<sub>2</sub> не була лімітуючим фактором.



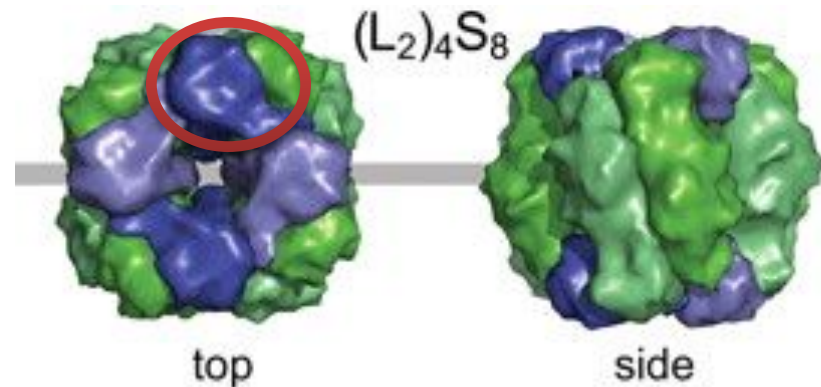
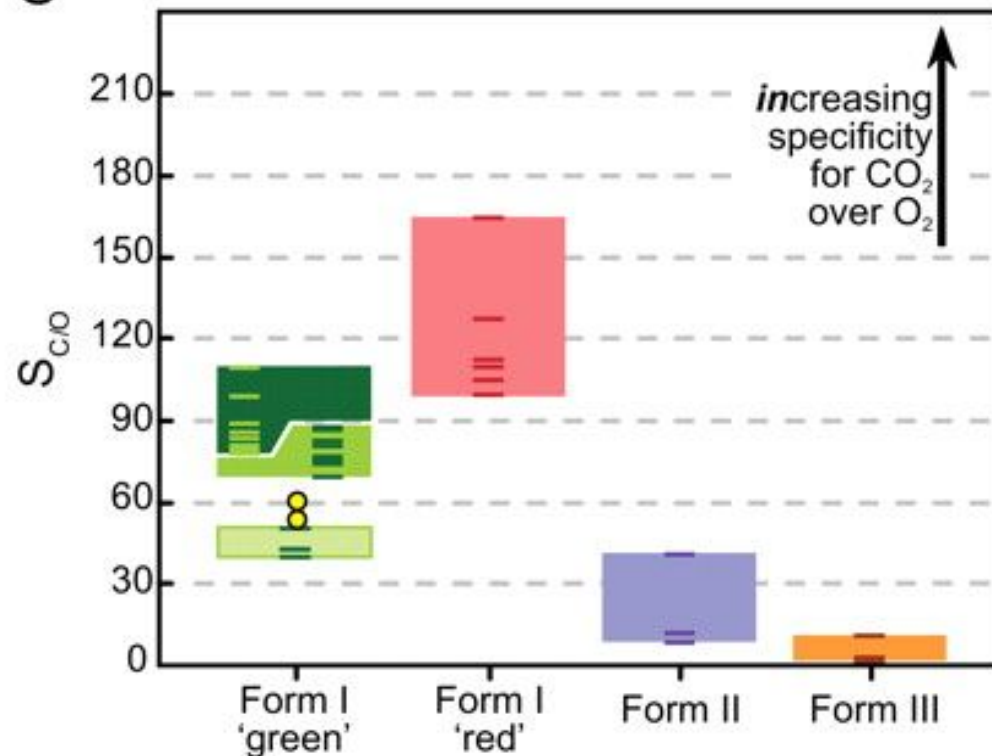
# РуБісКО як антиоксидант

- За підвищеної концентрації  $\text{CO}_2$  в атмосфері ефективність ферментів-антиоксидантів знижується.
- Знайдено негативну кореляцію між вмістом  $\text{H}_2\text{O}_2$  в клітині та активністю РуБісКО.
- Тому фіксація  $\text{O}_2$  спочатку могла слугувати способом запобігання оксидативного стресу, потім виникло фотодихання, яке також мало певні корисні функції.

# Варіації специфічності

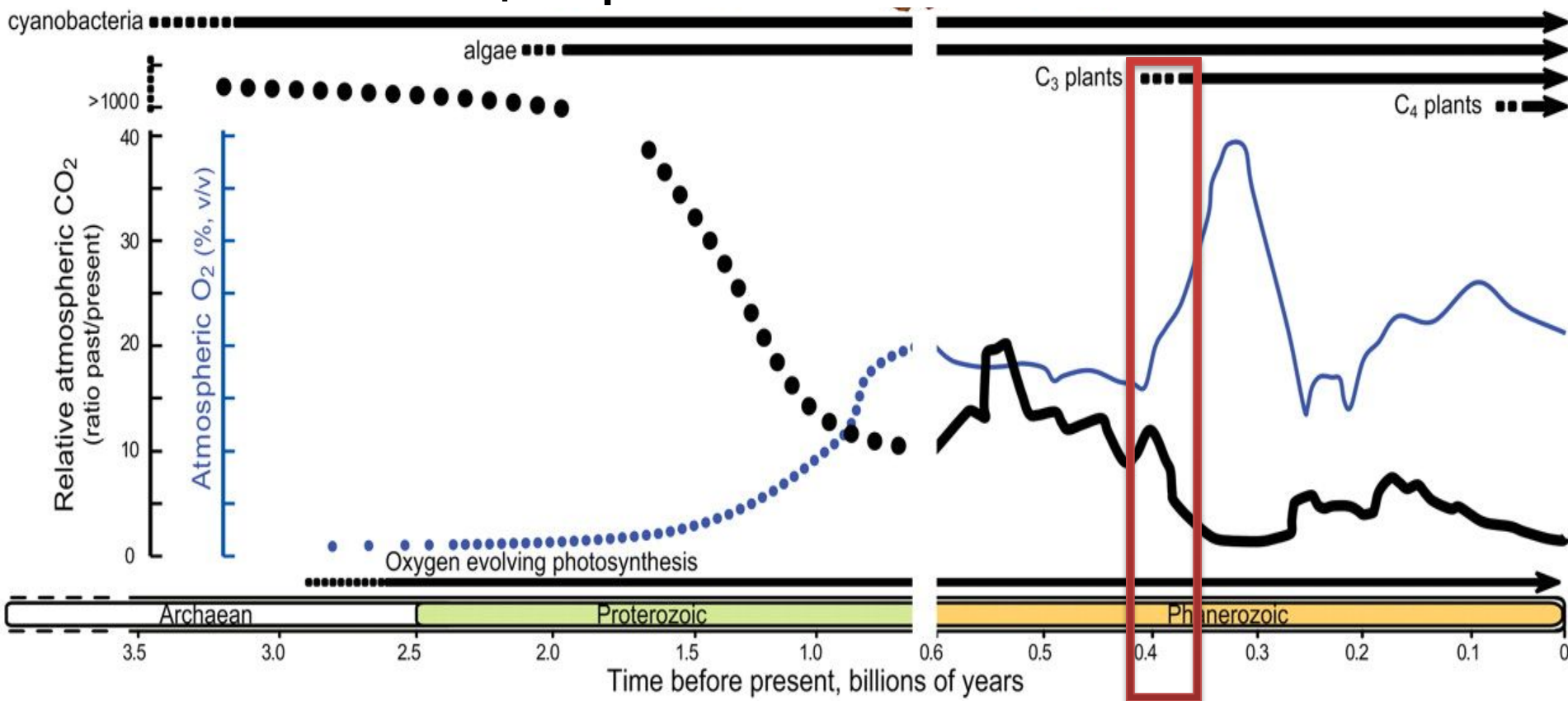
## Рубіско

- Найспецифічніший фермент знайдено у водорості *Griffithsia monilis* - 86%.
- Такий ефект досягнуто завдяки варіаціям у малій субодиниці високонсервативною.



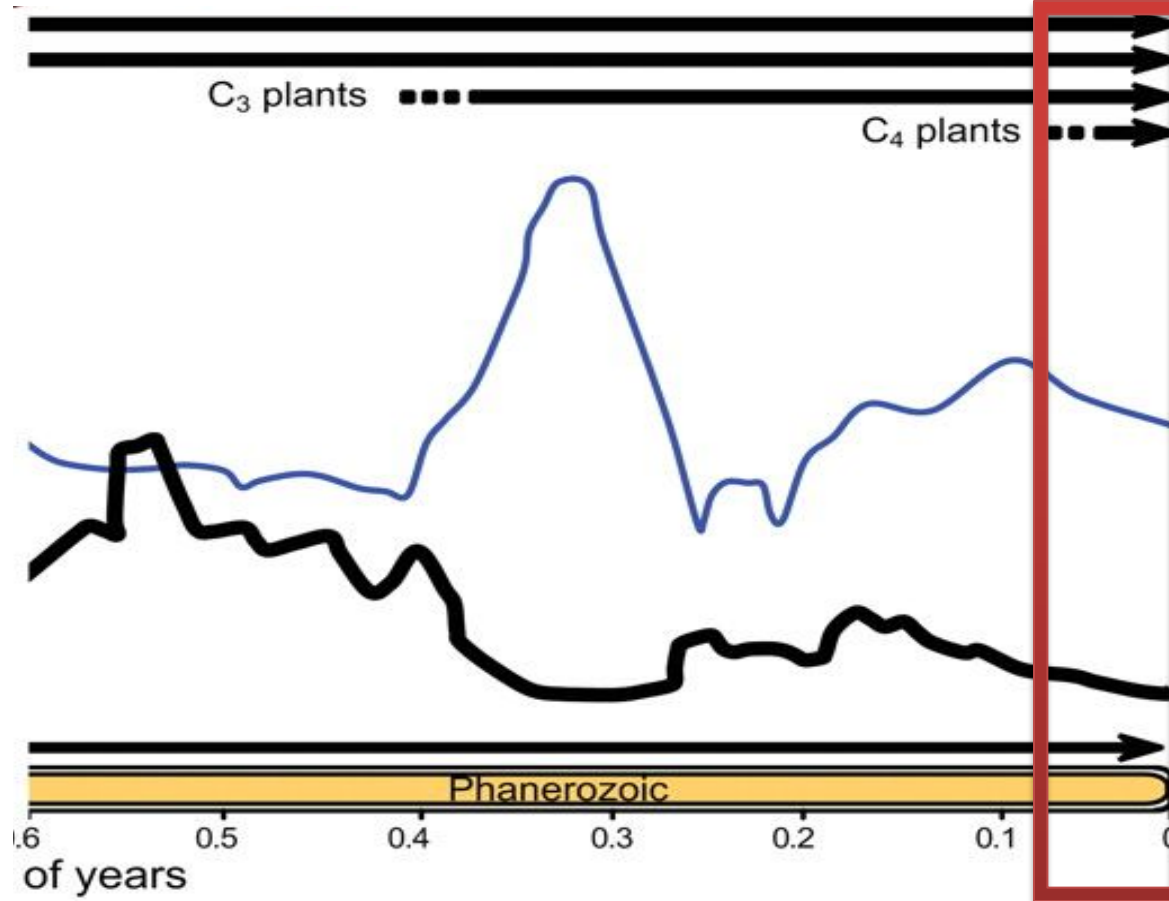
# Поганий спадок

- На суходіл вийшли нащадки зелених водоростей із “зеленим” типом Рубіско І.
- При цьому вирішальними фактором були інші особливості цих рослин.



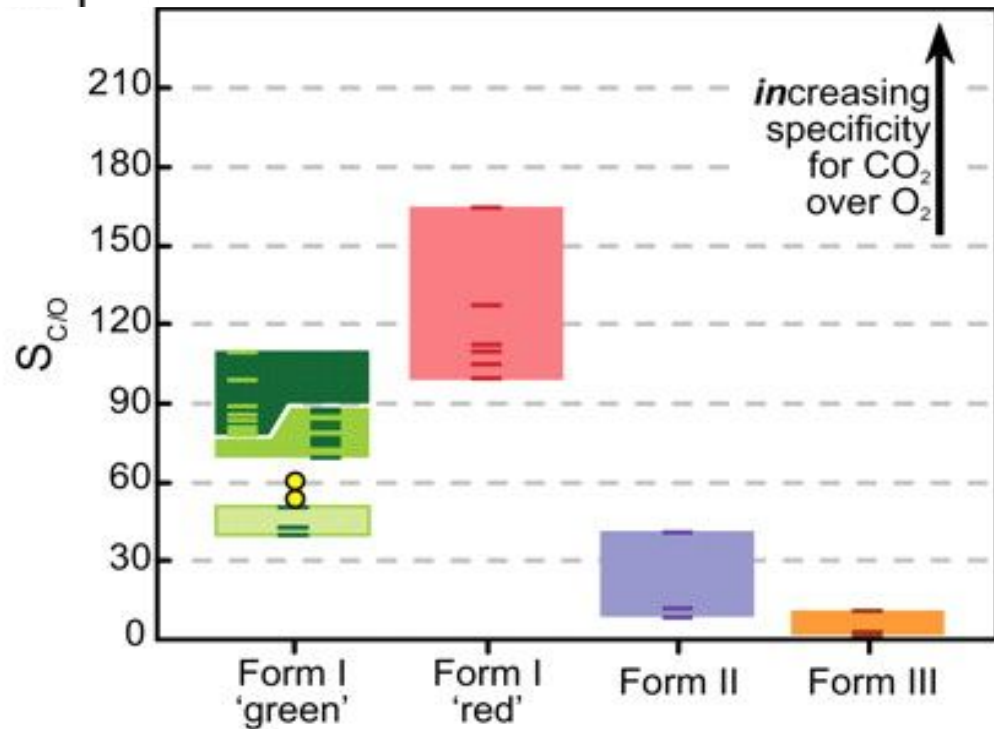
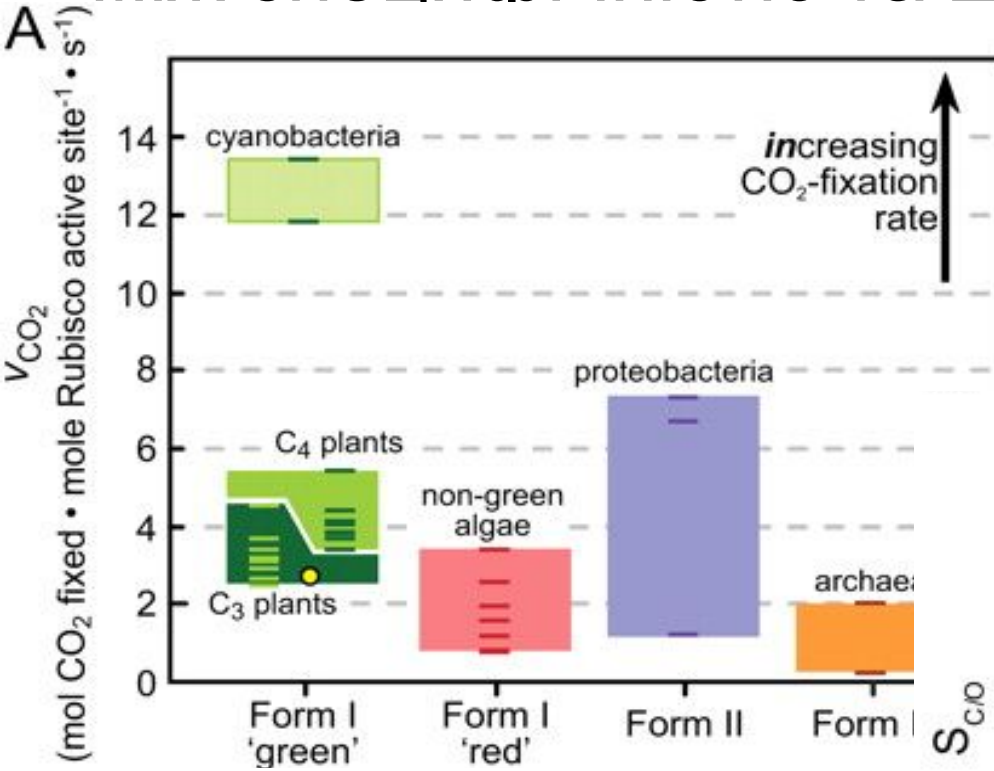
# C4 рослини замість специфічного Рубіско

- C4 шлях є складним порівняно із підвищенням специфічності Рубіско. Але саме виник саме він. Чому?



# Швидкість та специфічність

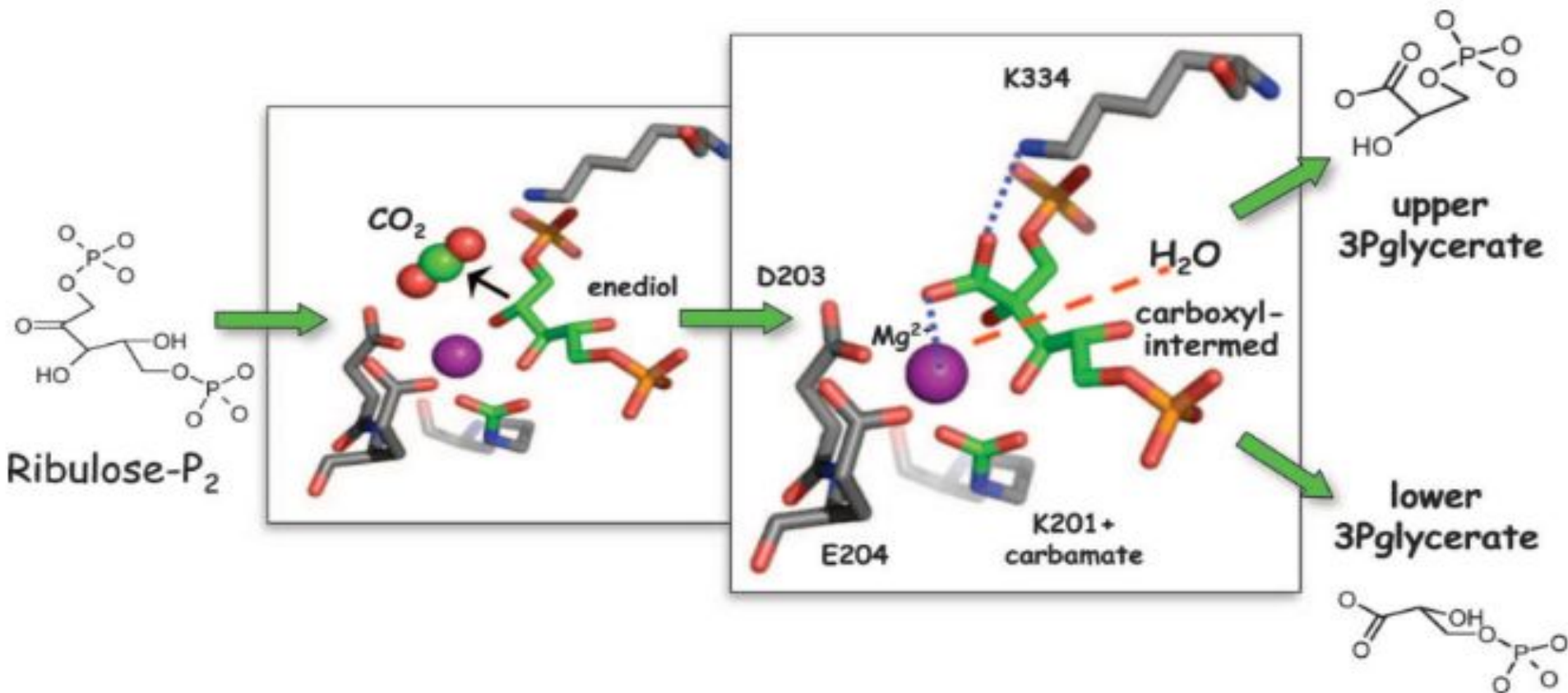
- Рослини могли знайти “золоту середину” між специфічністю та швидкістю роботи.



# Особливості стеричних

## взаємодій

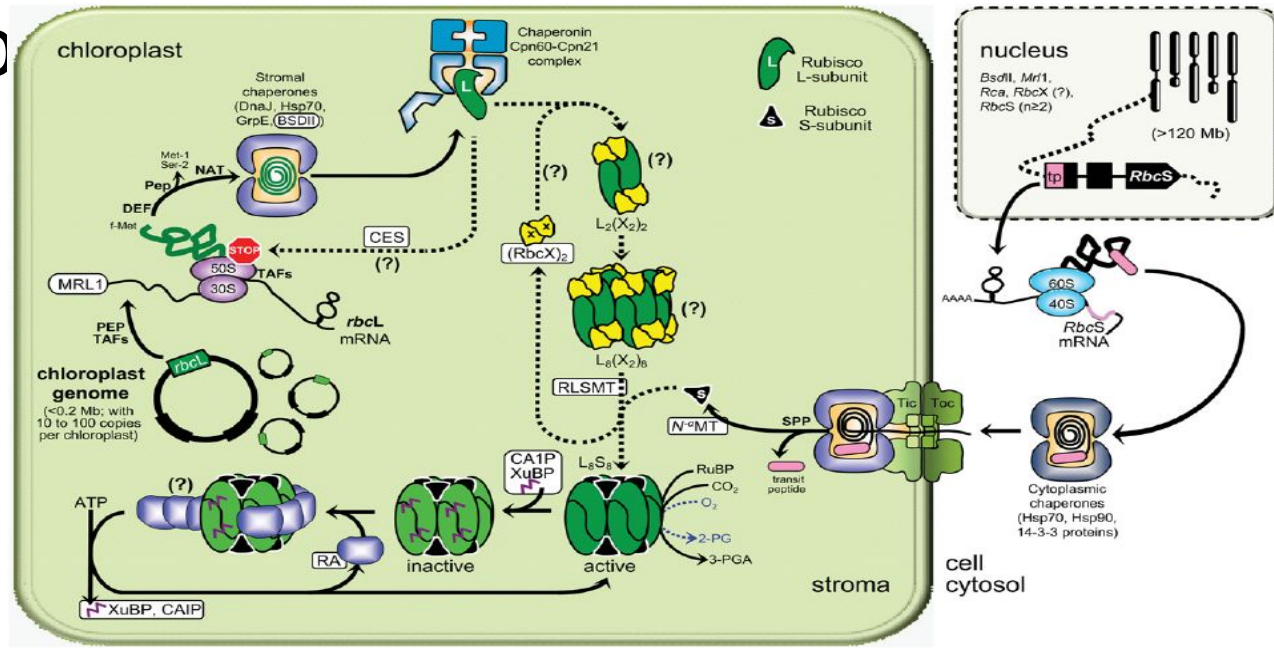
- Стерична взаємодія безпосередньо із  $\text{CO}_2$  відсутня, що дозволяє розрізнити тільки конформації перехідного стану з продуктом, що знижує швидкість.





# НЕМОЖЛИВІСТЬ ЗМІН ВЕЛИКОЇ СУБОДИНИЦІ

Навіть якщо заміни, далекі від найконсервативніших ділянок активного центру і можуть вплинути на принцип роботи фермента, він не зможе вступати у всі необхідні молекулярні взаємодії та мутація буде летальною



# Кількість замість якості

- Якщо підвищення ефективності досягнути так складно, чи не легше досягнути збільшення кількості?
- РуБісКО – найпоширеніший фермент на землі. Можливо, завдяки неодноразовій появі ефекту константної оверексперсії, що згодом закріпився.

# Висновок

- Оксигеназна активність може виконувати функцію захисту від оксидативного стресу.
- Тонка межа між підвищенням ефективності та збереженням хімічного принципу каталізу та здатності до багатьох молекулярних взаємодій заважали Рубіско еволюціонувати в напрямку збільшення своєї ефективності.
- В ті моменти, коли за певними групами ще могла закріпитися більш ефективна форма Рубіско, добір на його ефективність не йшов.
- Тим не менш, певних варіацій досягнути вдалось. Було знайдено «золоту середину» між швидкістю та ефективністю фермента.

Дякую за увагу!

# Основні джерела літератури:

- Our Understanding and Capacity to Engineer Nature's CO<sub>2</sub>-Sequestering Enzyme, Rubisco Spencer M. Whitney, Robert L. Houtz and Hernan Alonso.
- Genotypic Variation of Rubisco Expression, Photosynthetic Electron Flow and Antioxidant Metabolism in the Chloroplasts of Chill-exposed Cucumber Plants. Yan-Hong Zhou, Jing-Quan Yu, Wei-Hua Mao, Li-Feng Huang, Xing-Shun Song and Salvador Nogués.
- Proposed Mechanism for the Inhibitory Effects of Oxidative Stress on Rubisco Assembly and Its Subunit Expression. Idan Cohen, Joel A. Knopf, Vered Irihimovitch and Michal Shapira.
- The influence of elevated CO<sub>2</sub> on the activities of antioxidative enzymes in two soybean genotypes Seth G. Pritchard, Zhenlin Ju, Edzard van Santen, Jiansheng Qiu, David B. Weaver, Stephen A. Prior and Hugo H. Rogers.
- The oxygen and carbon dioxide compensation points of C3 plants: Possible role in regulating atmospheric oxygen. N. E. Tolbert, C. Benkert, AND E. Beck.
- Rubisco specificity factor tends to be larger in plant species from drier habitats and in species with persistent Leaves. Jeroni Galmésjaume Flexas, Alfred J. Keys, Josep Cifre, Rowan A. C. Mitchell, Pippa J. Madgwick, Richard P. Haslam, Hipólito Medrano, Martin A. J. Parry.
- Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase from
- Thermophilic Red Algae with a Strong Specificity for CO<sub>2</sub> Fixation. K. Uemura, Anwaruzzaman, S. Miyachi, and A. Yokota