

КРАТКИЕ НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

В. А. ПАЛАНДЖЯН

РЕЖИМ ЩАВЕЛЕВОКИСЛОГО КАЛЬЦИЯ В ДРЕВЕСИНЕ
ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.)

Наличие кристаллов щавелевокислого (оксалата) кальция в клетках многих растений известно уже давно. Однако биологическое значение оксалатных отложений, роль и функция, а также причины, вызывающие образование и исчезновение их из клетки, до последнего времени мало изучены. Существовали разные противоречивые гипотезы. Некоторые исследователи считали, что кристаллы оксалата кальция в растениях являются отбросом и что щавелевая кислота, накапливаясь в большом количестве в растениях, не участвует далее в обмене веществ (Канио [12], Коул [11]). Другие, напротив, доказывают дальнейшее участие оксалатных кристаллов в обмене веществ, осуществляемого при участии соответствующего фермента, вызывающего окислительный распад щавелевой кислоты (В. Л. Кретович [6]). Остальные исследователи считают, что кристаллы оксалата кальция в растительной клетке являются отбросом в том случае, если они удаляются из растения вместе с отмирающими органами и запасными веществами, когда эти кристаллы вновь исчезают в ходе обмена веществ клетки.

Интересные данные получены В. Г. Александровым и его сотрудниками [1—5]. В одной из этих работ показано, что в осенний и зимний периоды в сердцевинных лучах древесины стеркулии наблюдается большое скопление крахмала наряду с кристаллами оксалата кальция. При этом кристаллы растворяются в тех фазах вегетации, когда требуется усиленная мобилизация пластических веществ, как это имеет место перед цветением. Авторы отмечают, что в клетках, где раньше были кристаллы, появляются зерна крахмала. Они высказывают предположение, что источником образования крахмала является вещество, освобождающееся при растворении кристаллов.

В ряде работ [4, 5 и 8] показано, что процесс образования кристаллов оксалата кальция в растительной клетке тесно связан с дегенерацией клеточных ядер и зеленых пластид. При этом выяснено, что началу образования кристаллов оксалата кальция предшествует разбухание клеточного ядра, которое затем, отходя к стенке клетки, через некоторое время, в силу нарушения целостности оболочки, начинает сморщиваться. В дальнейшем оно, приближаясь к растущему кристаллу, постепенно разрушается. Разбухшее ядро иногда заплывает кристаллами, иногда распадается на

отдельные кусочки, которые или расходятся в разные стороны от кристалла или полностью разрушаются около него.

Вопрос о роли оксалата кальция получил подробное объяснение в работах французских ученых Ж. Карла и А. Ассей [9, 10], которые дали детальное биохимическое описание состояния кристаллов в клетках *Evonymus japonicus* и предложили схему цикла образования крахмала из щавелевокислого кальция (рис. 1). Этот цикл был назван авторами оксалатным, поскольку щавелевая кислота в нем представляется наиболее заметным элементом.

В процессе наших исследований годичной динамики пластических веществ у ряда древесных пород Армении (В. А. Паланджян, [7]), наше внимание было привлечено наличием большого количества кристаллов окса-

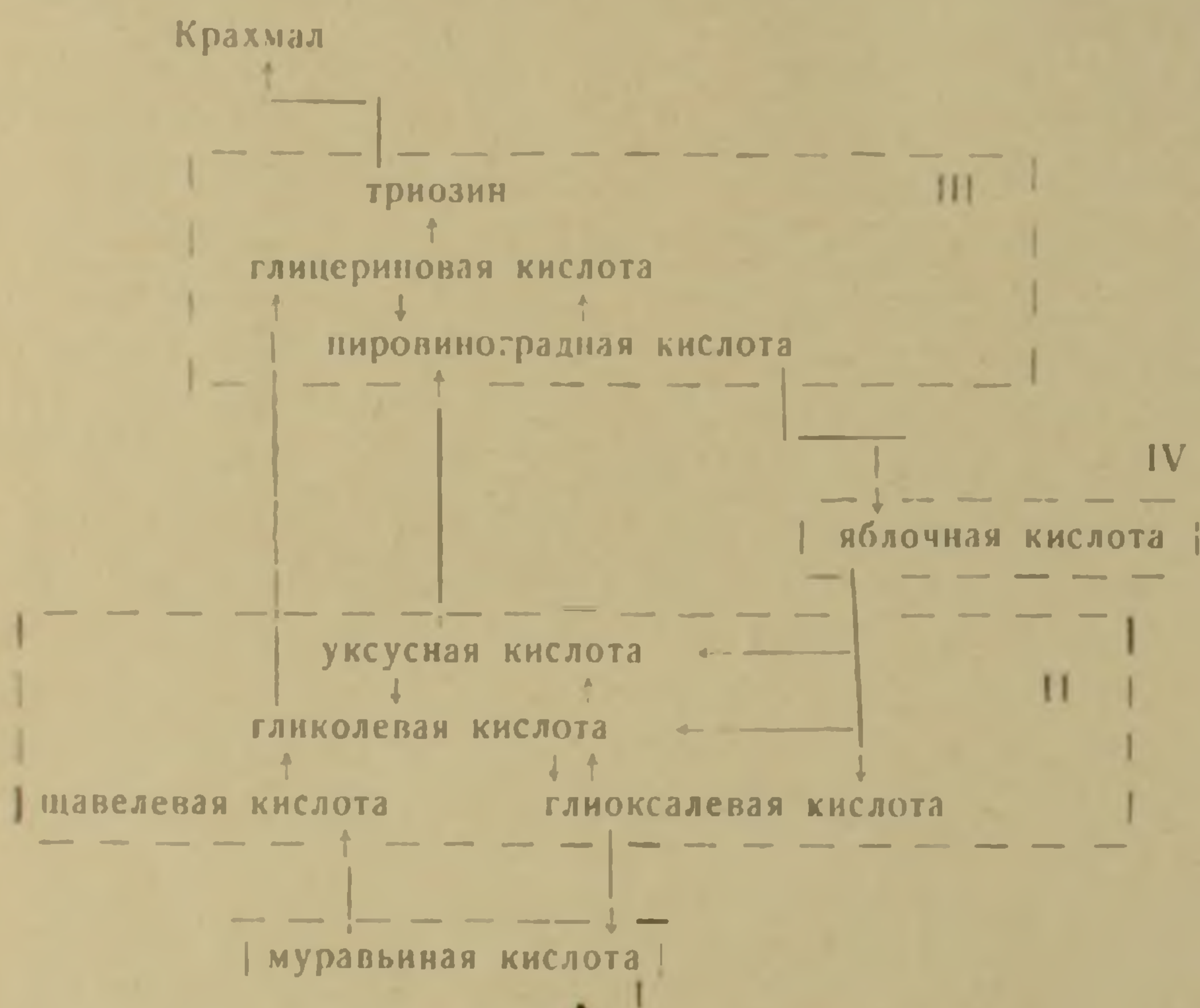


Рис. 1. Схема оксалатного цикла.

Переход от II (дикарбоновые кислоты) к III (трикарбоновые кислоты) и от III к IV происходит по реакции Вуда и Веркмана. Переход от IV к II и от II к I происходит путем расщепления молекулы.

лата кальция в древесине некоторых видов ясеней, скопляющегося в паренхимных клетках лучей, и, реже, в толстостенных клетках сердцевинны. В древесной паренхиме они обычно отсутствуют. Кристаллы оксалата кальция были отмечены в древесине почти всех видов ясеня, произрастающих в Ботаническом саду АН АрмССР (*Fraxinus excelsior* L., *F. velutina* Torr., *F. angustifolia* Vahl., *F. pennsylvanica* Marsh., *F. oxycarpa* Willd., *F. americana* L. и др.).

Нами в основном исследовались одно-, двух- и трехгодичные кольца трехлетней ветки ясеня обыкновенного. Исследование проводилось с августа 1955 по май 1957 гг. Образцы брались в месяц раз, а в период бурного расходования пластических веществ через каждые 10 дней. Ниже

приводится описание оксалатных кристаллов двух сроков (зимний и летний), так как заметных изменений в другие периоды не наблюдалось.

В зимние месяцы, в период максимального содержания крахмала в древесине, оксалат кальция присутствует почти во всех клетках лучей, причем примерно в одинаковом количестве, как в стоячих, квадратных, так и в лежачих клетках. Он отсутствует только в тех клетках, которые пересекаются с сосудами. Оксалат кальция отлагается в виде более или менее крупных кристаллов, размеры которых достигают от (10×12) μ и до (18×20) μ , иногда заполняющих почти половину или даже больше половины полости клетки (рис. 2). В большинстве случаев они единич-

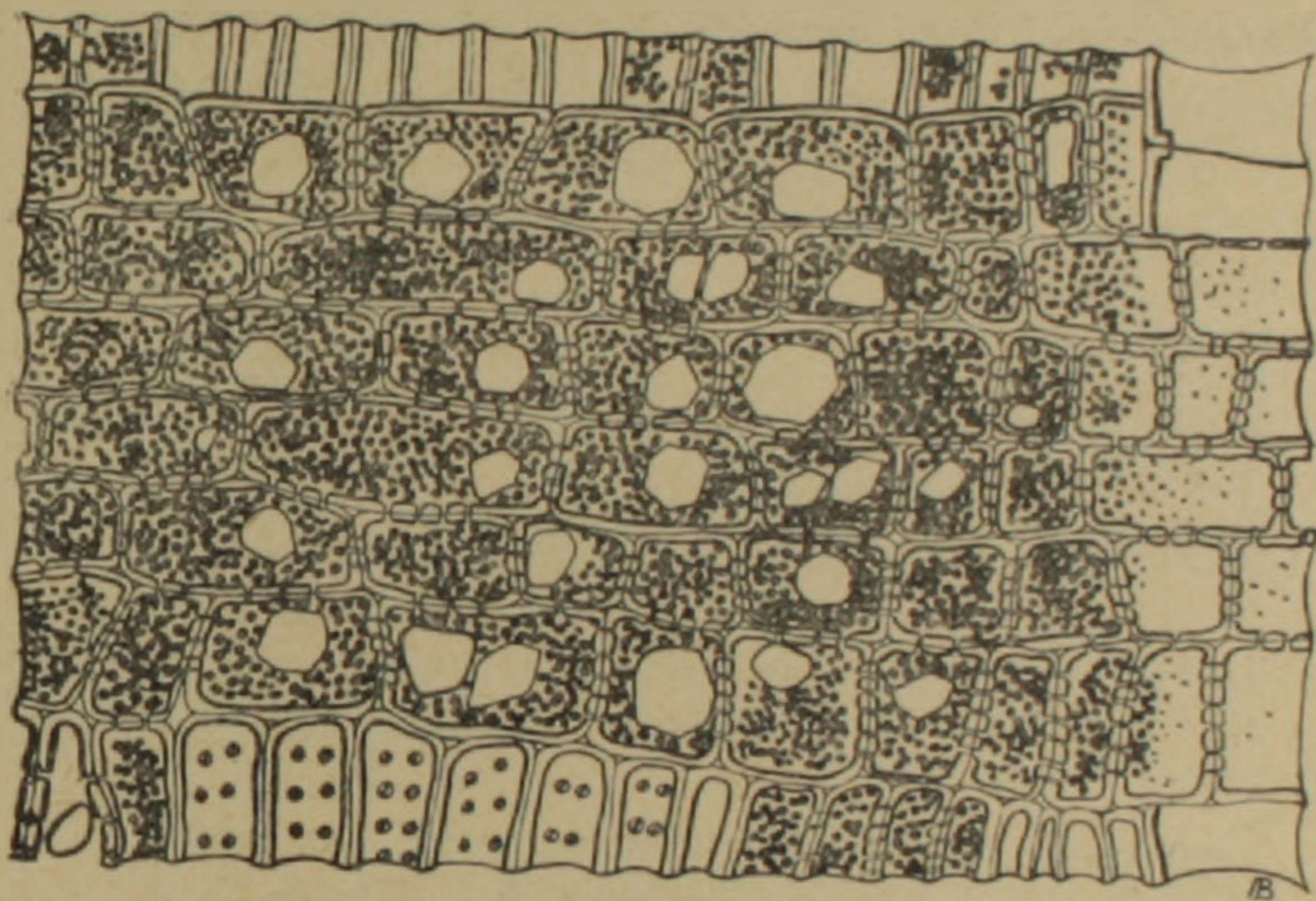


Рис. 2. Поперечный срез трехлетней ветки ясеня в декабре. Кристаллы оксалата кальция присутствуют во всех клетках лучей, кроме клеток, пересекающихся с сосудами.

ные, но иногда в одной и той же клетке встречается сразу по несколько кристаллов. В последнем случае они меньшего размера. Форма кристаллов округло-четырехугольная или округло-многоугольная. В одно-, двух-, и трехгодичных кольцах разницы в количестве кристаллов не наблюдается.

В весенне-летние месяцы (май, июнь), в период энергичного расходования пластических веществ, когда в растениях крахмал почти отсутствует, оксалата кальция в клетках лучей становится значительно меньше. Вместе с уменьшением количества кристаллов изменяются как их размер, так и форма. Здесь гораздо чаще встречаются мелкие, крестообразные, бесформенные и раздробленные кристаллы (рис. 3). Нередко можно наблюдать постепенное раздробление кристаллов на две и более частей (рис. 4), а в некоторых случаях вследствие полного растворения их наблюдается лишь очертание их оболочек.

Интересно отметить, что оксалат кальция несколько раньше начинает растворяться в лежачих клетках, позднее в квадратных и стоячих. Согласно нашим исследованиям кристаллы этого вещества, подвергаясь

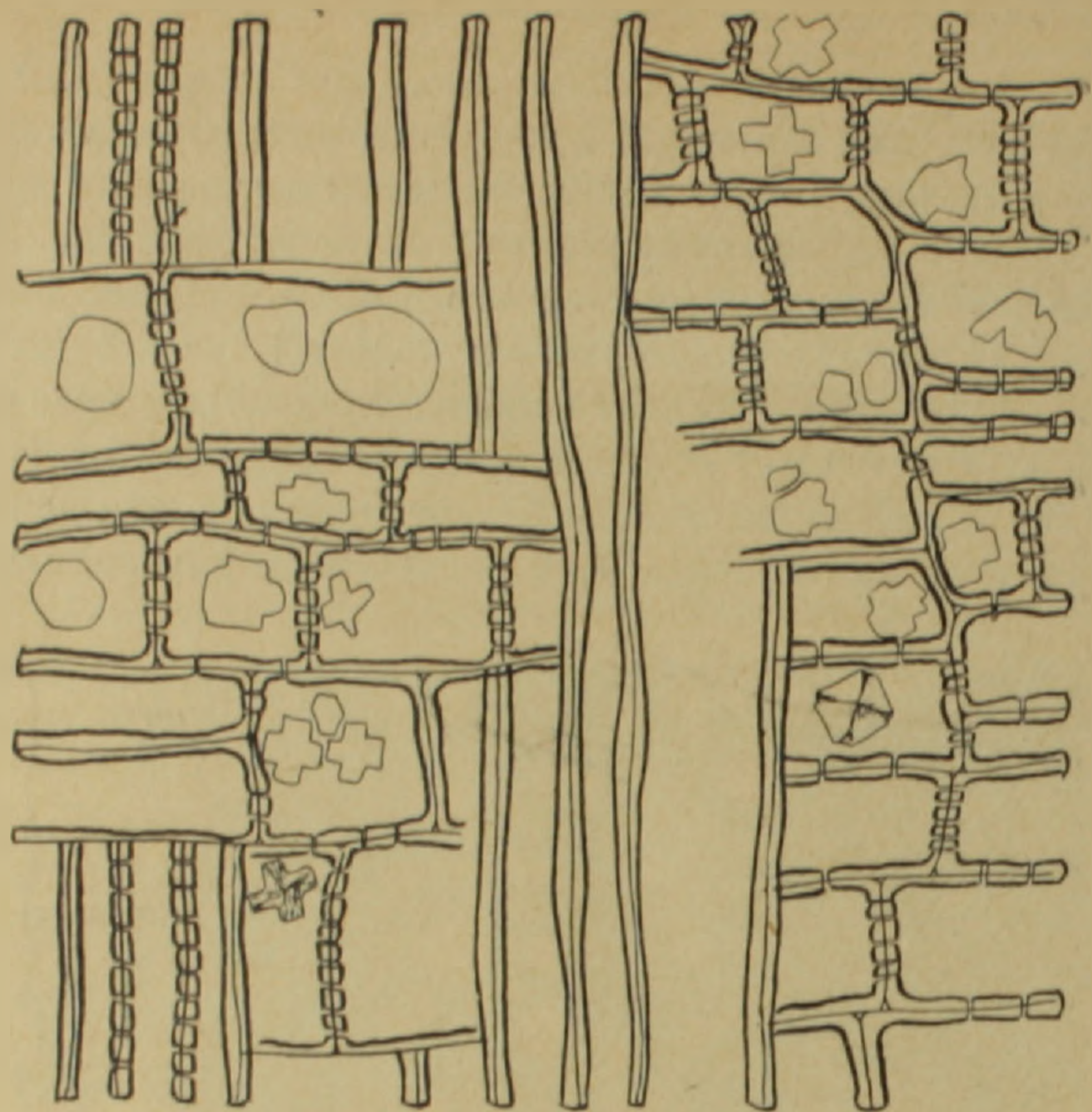


Рис. 3. Поперечный срез трехлетней ветки ясеня в мае. Часть среза, где кристаллы оксалата кальция имеют крестообразную форму.

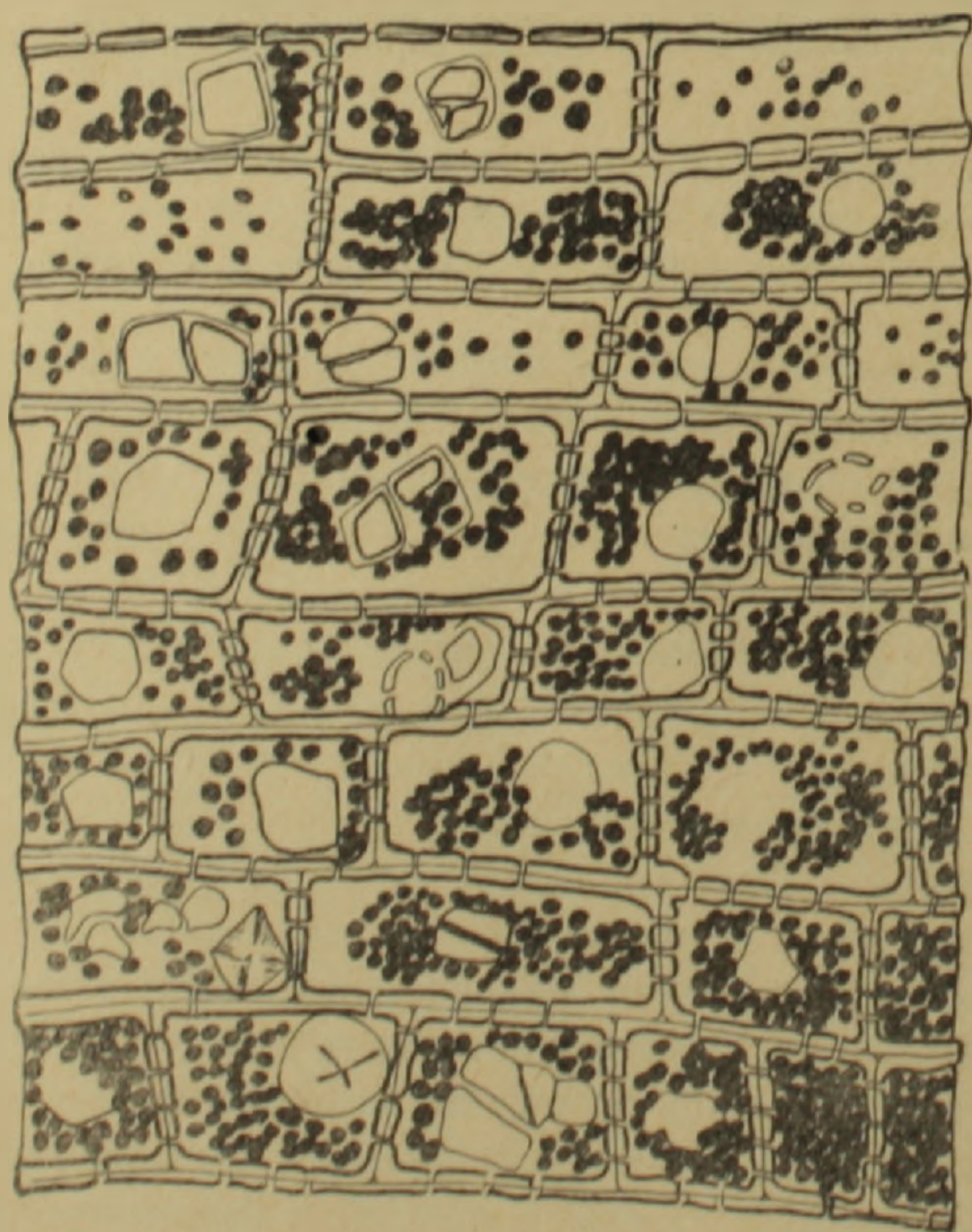


Рис. 4. Поперечный срез трехлетней ветки ясеня в мае. Наблюдается постепенное раздробление кристаллов оксалата кальция.

внутреннему изменению и, растворяясь, служат исходным веществом для образования крахмала.

Однако несмотря на растворение оксалата кальция, кристаллы обнаруживаются в древесине во все периоды года в большем или меньшем количестве, причем как правило в поздней древесине, по сравнению с ранней, их всегда больше.

Наши исследования, проведенные на таком обычном древесном растении как ясень, вполне подтвердили наблюдения В. Г. Александрова и А. С. Тимофеева, Ассей и некоторых других авторов о существовании в древесине закономерных превращений оксалата кальция, в общем совпадающих с такими же изменениями крахмала. При этом оксалат кальция является менее лабильным, чем крахмал и в моменты крахмального минимума, т. е. когда крахмала почти нет или он полностью отсутствует, оксалат кальция в древесине, хотя и в небольших количествах, все же обнаруживается. Карл и Ассей отметили родственные связи между кристаллоносными и крахмалоносными пластидами. Нами наблюдались случаи появления зерен крахмала в пределах оболочки пластиды, в свое время образовавшей кристалл, который впоследствии растворился. Таким образом, по-видимому, кристаллоносные пластиды способны в определенные моменты образовывать крахмал.

Ботанический институт
АН АрмССР

Поступило 22.IV 1960 г.

Վ. Հ. ՓԱԼԱՆՋՅԱՆ

ԹՐԹՆՃԿԱԹԹՎԱՅԻՆ ԿԱԼՅՈՒՄԻ ԹԵԺՐԱՐ ԽՈՎՈՐԱԿԱՆ ՀԱՅՆՈՒ ԲՆԱՓԱՅՏՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Բուսական քիչներում թրթնջկաթթվային կալցիումի բյուրեղների ներկայությունը հայտնի է դեռ վաղուց, սակայն նրա կենսաբանական նշանակությունը և այն պատճառները, որոնք առաջացնում կամ անհետացնում են նրանց, մինչև այժմ լրիվ չեն յուսարանված: Գոյություն ունեն բազմաթիվ հակասական կարծիքներ:

Հեղինակի նպատակն է եղել պարզել սովորական հացենու բնափայտում թրթնջկաթթվային կալցիումի բյուրեղներում տեղի ունեցող փոփոխությունները, նրանց սեփմբ վեղետացրոն տարրեր ժամանակաշրջաններում:

Ուսումնասիրությունից պարզվել է, որ քիչներում օսլայի քանակի մարսիմալ և մինիմալ փոփոխման հետ միասին համապատասխանաբար փոխվում են բյուրեղների քանակը և նրանց վիճակը:

Չմասն ամիսներին, երբ քիչներում օսլան իր մարսիմալ քանակին է հասնում, բյուրեղները ևս առատ են, նրանք համարյա բոլոր քիչներում կան, խոշոր են, վեցանկյուն կամ քառանկյուն կամ էլ կլորավուն: Մինչդեռ դարձանք

և վաղ ամուսնը, երբ բույսի մեջ տեղի է ունենում պլաստիկ նյութերի ուժեղ ծախսում և երբ օսլան համարյա բոլորովին բացակայում է բջիջներից, օքսալաթի (թրթնջկաթթվային) կալցիումի բյուրեղներն էլ բավական պակասում են և միանգամայն նշմարելի են դառնում նրանց քայքայումն ու ձևափոխումը:

Սակայն պետք է նշել, որ, շնայած օքսալաթի կալցիումի բյուրեղների քայքայմանն ու տարրալուծմանը, նրանք միշտ էլ այս կամ այն չափով կան բույսի մեջ:

Կատարված ուսումնասիրությունները հաստատում են մի շարք հեղինակների ենթադրությունները բնափայտում գոյություն ունեցող օքսալաթի կալցիումի բյուրեղների օրինաչափ փոփոխությունների մասին, որոնք ընդհանուր առմամբ համապատասխանում են օսլայի նման փոփոխություններին: Հաստատվում օքսալաթի կալցիումը հանդես է գալիս որպես ավելի պակաս լարիլ, քան օսլան, և անհրաժեշտ պահին նրա բյուրեղները վերափոխվում են օսլայի:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Александров В. Г. и Приходько Н. И. Накопление и расходование кристаллического оксалата кальция в растениях. ЖРБО, 7, 1922.
2. Александров В. Г. и Тимофеев А. С. О растворении кристаллического оксалата кальция в растениях. ЖРБО, т. 10, 1—2, 1925.
3. Александров В. Г. и Шанидзе М. А. О влиянии присутствия кристаллов оксалата кальция на работу хлоропластов. ЖРБО, т. 10, 1—2, 1925.
4. Александров В. Г. и Александрова О. Г. ДАН СССР, т. 19, 9, 1938а.
5. Александров В. Г. и Александрова О. Г. ДАН СССР, т. 20, 7—8, 1938б.
6. Кретович В. Л. Основы биохимии растений (под ред. ак. А. И. Опарина), М. Советская наука, 1952.
7. Паланджян В. А. Бюллетень Бот. сада АН АрмССР, 16.
8. Савченко М. И., Комар Г. А. и Белякова Г. Н. Рост растений (ред. С. О. Гребинский). Изд-во Львовского ун-та, 66—69, 1959.
9. Assailly André. Sur les rapports de l'oxalate de chaux et de l'amidon. C. r. Acad. sci., 238 (19): 1902—1904, 1954.
10. Carles Jules, Assailly André. De l'existence d'un cycle oxalique. C. r. Acad., sci., 238 (21): 2109—2110, 1954.
11. Kohl F. G. Anatomische-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg, 1889.
12. Sanio. Monatsber. d. Berlin Akad. d. Wiss., 1857.