

УДК 581.8:633.16

Метамерная изменчивость и сопряженность признаков стебля у ячменя двурядного (*Hordeum vulgare* L.)

Metameric variability and character conjugation of the stem from two-row barley (*Hordeum vulgare* L.)

Л. Н. Ковригина¹, Н. А. Камынина²

L. N. Kovrigina, N. A. Kamynina

Кемеровский государственный университет, E-mail: ¹lnkovrigina@mail.ru; ²ptichka072@bk.ru

Реферат. В статье анализируются метамерная изменчивость и сопряженность анатомических признаков стебля у растений ячменя двурядного (*Hordeum vulgare* L.) с различным числом метамеров. Для выделенных групп растений характерна высокая степень и близкий характер метамерной изменчивости признаков поперечного сечения междоузлия. Комплекс изученных признаков характеризуется средней сопряженностью.

Summary. The article analyzes the metameric variation and conjugation of stem anatomical characters in two-row barley (*Hordeum vulgare* L.) with different numbers of metamers. Selected groups of plants are characterized by a high degree and close to the metameric nature of the variability of signs of the cross-section of the internode. The studied complex of signs is characterized by the average conjugation.

Для побегов злаков характерна общая для всех цветковых растений закономерность: последовательно образующиеся метамеры не идентичны, они отличаются размерами, формой и строением (Заленский, 1904; Ковригина, Романова, 2006). Данное явление Е. А. Кондратьева-Мельвил (1980) назвала ярусной, а Н. П. Кренке (1940) – метамерной изменчивостью.

Метамерная изменчивость большинства анатомических признаков стебля у ячменя отражает общие для злаков онтогенетические изменения конуса нарастания побега (Ковригина, 2010), и в то же время каждый метамер несет на себе печать тех условий, в которых он развивался. Изучение этого явления позволяет объяснить различия в прочности разных частей соломины.

Цель данной работы: изучить особенности сопряженности анатомических признаков стебля в метамерной изменчивости у ячменя (*Hordeum vulgare* L.).

Полевые исследования проводили на опытном поле Кемеровского государственного университета (п. Новостройка) в 2009 г. по принятой в области агротехнике. Объектом для исследований послужил двурядный ячмень ‘Сибиряк’ (западно-сибирская агроэкологическая группа). Сорт технологичный, устойчивый к головнёвым грибам, высокозасухоустойчивый, высокопродуктивный (5,3 т/га), пищевого и фуражно-го направления.

Объем выборки составляет 100 растений, собранных в фазу полной спелости. Изучали строение четвертого – девятого (считая от зерновки) междоузлий, которые расположены выше зоны кушения и составляют соломинку. При этом измеряли их длину (L), а затем из средней части изготавливали постоянные препараты поперечных срезов. С помощью микроскопа «Биолам» и цифровой камеры Myscope 300 M на срезах подсчитывали число проводящих пучков внешнего и внутренних кругов (Пс, Пп). С помощью программы ScorePhoto измеряли площадь (в мм²) междоузлия (Sm) и полости (Spл) в нем, площадь склеренхимы (Sc) и паренхимы (Sp), проводящих пучков внешнего (Spс) и внутреннего круга (Spп). Затем вычисляли суммарную площадь (SP) и общее число проводящих пучков (П), площадь стенки (Sct) и ряд расчетных индексов: степень выполненности междоузлия (Sct/Sm, %), долю склеренхимы (Sc/Sct, %), проводящих (SP/Sct, %) и прочных тканей ((Sc+SP)/Sct, %) в выполненной части стебля.

При статистической обработке данных использовали программы Microsoft Excel и STATISTICA 6.0, при этом вычисляли среднюю арифметическую (M) и ошибку средней (m), проводили корреляционный и однофакторный дисперсионный анализ. Степень варьирования признаков оценивали при помощи коэффициента вариации (Cv, %). Согласно рекомендациям Доспехова (1979), была принята следующая градация признаков: малоизменчивые (Cv < 10 %), со средней (Cv = 10–20 %) и высокой изменчивостью (Cv > 20 %).

Строение стебля растений двурядного ячменя ‘Сибиряк’ типично для фестукоидных злаков. В стебле различают медулярную полость и выполненную часть. Стенка соломины состоит из эпидермы, склеренхимы, основной паренхимы и сосудисто-волокнистых закрытых пучков. Мелкие пучки частично или полностью погружены в кольцо склеренхимы и образуют внешний круг. Второй круг образован более крупными пучками, расположенными среди клеток паренхимы.

Исследуемый образец был разделен на две части: растения с 8, и с 9 междоузлиями главного стебля.

Анализ данных показал, что для обеих групп растений характерна высокая метамерная изменчивость признаков поперечного сечения междоузлия ($C_v = 23,6-27,2\%$). Независимо от числа метамеров у данного сорта большинство признаков являются высокоизменчивыми. К относительно слабо варьирующим отнесен только один показатель – количество проводящих пучков в паренхиме. Ярусная изменчивость параметров, характеризующих развитие проводящей (Spс, Spп, Пс, SpП, П, SpП/Сст), а также степень выраженности прочных тканей ниже остальных (рис. 1).

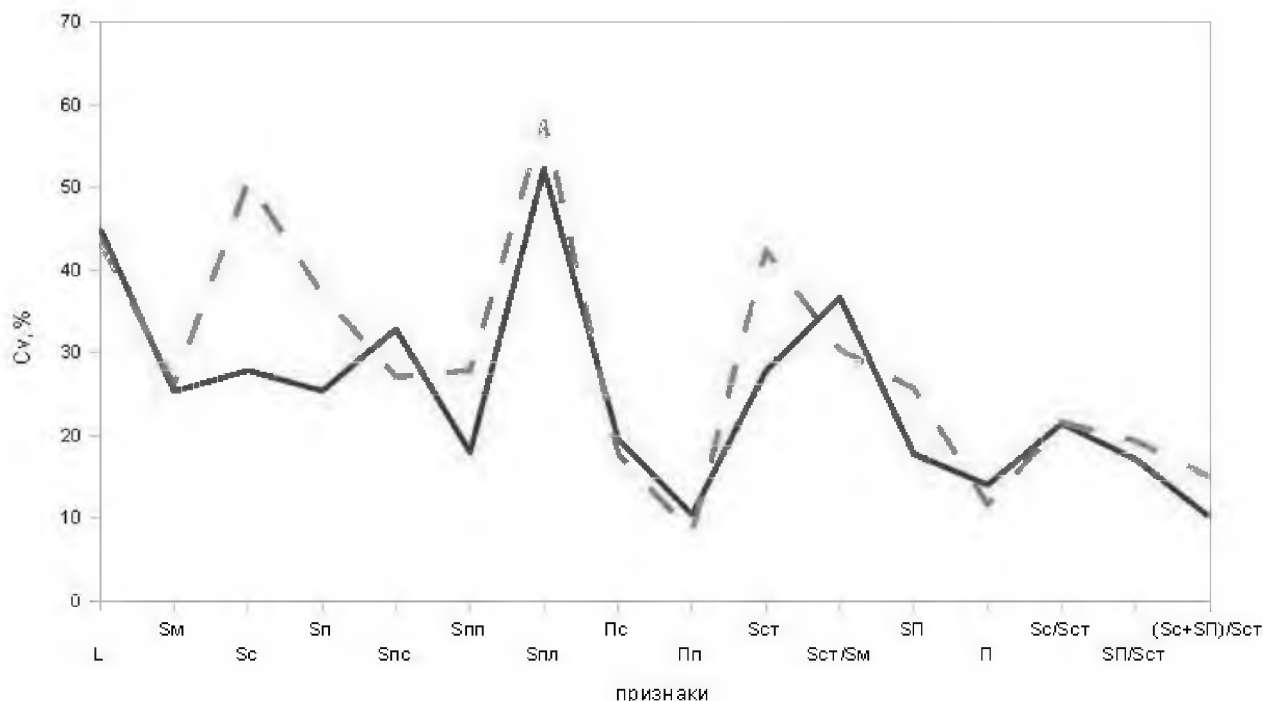


Рис. 1. Изменчивость признаков стебля у растений с различным числом метамеров. Условные обозначения: сплошная линия – группа с 8 метамерами; пунктирная линия – группа с 9 метамерами. Обозначения и размерность признаков представлены в тексте.

Оценка характера изменения признаков строения очередных метамеров показала, что их можно объединить в группы (рис. 2).

В первую группу отнесены параметры, значения которых монотонно убывают или возрастают. От основания стебля к колосу увеличивается длина междоузлий, уменьшается площадь выполненной части соломины, паренхимных, механических и проводящих тканей, число пучков в склеренхиме, доля склеренхимы.

Вторую группу составляют шесть признаков, изменяющихся по типу одновершинной кривой: вогнутой ((Sc+SpП)/Сст, SpП/Сст, Сст/Sm) или выпуклой (SpП, SpП/Сст, Spс). У средних междоузлий формируется максимальная площадь поперечного сечения и полости, при минимальной выполненности, доле прочных тканей, площади проводящих тканей.

Наиболее многочисленная группа включает признаки, характер изменения которых представлен двувершинной кривой (П, Пп, Пс, Spп, Spс, SpП, Sm).

Характер ярусной изменчивости подавляющего большинства показателей одинаков у растений с различным числом метамеров.

Однофакторный дисперсионный анализ обеих групп позволил определить особенности строения различных междоузлий главного стебля.

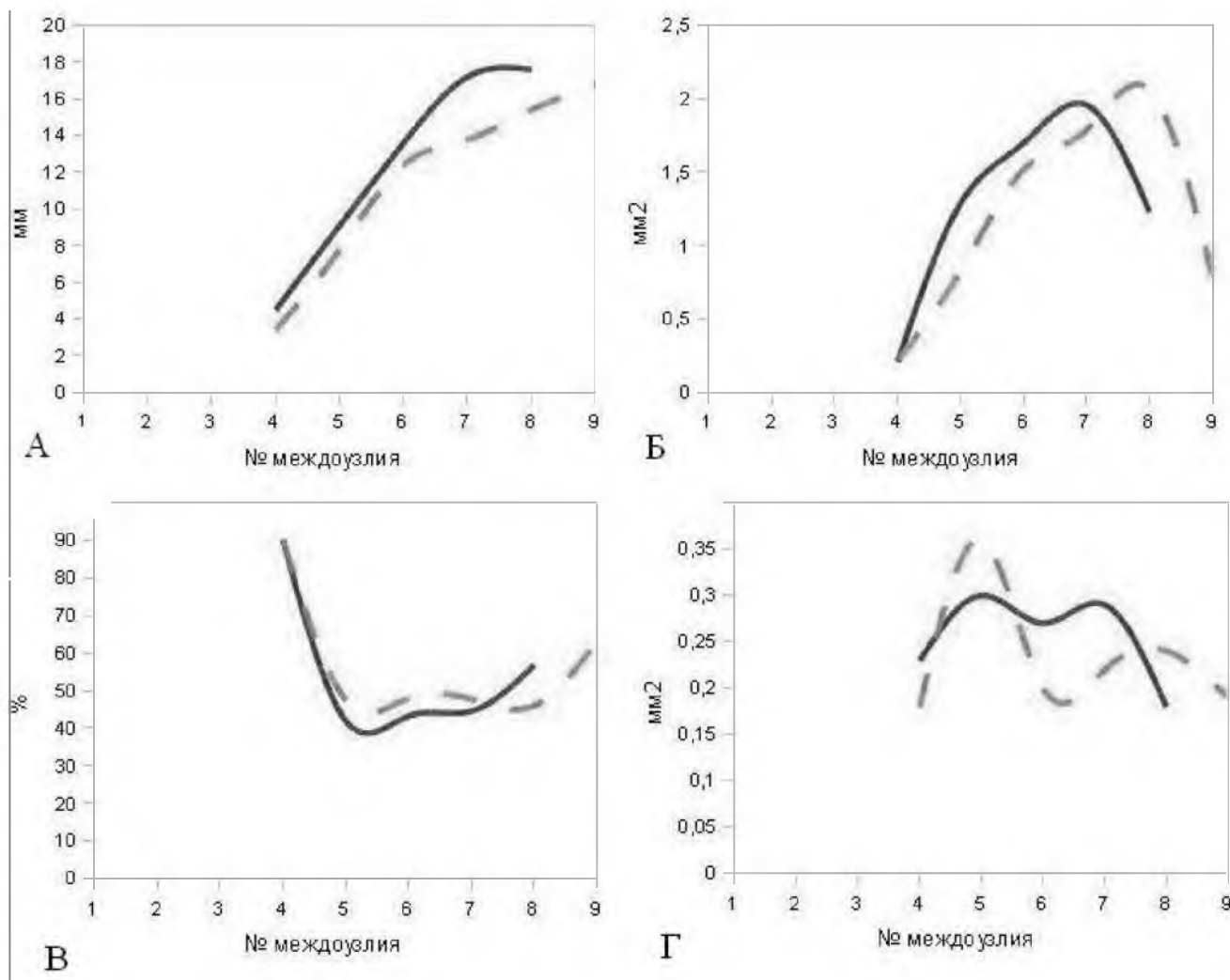


Рис. 2. Характер метамерной изменчивости признаков строения междоузлия. Условные обозначения: сплошная линия – группа с 8 метамерами; пунктирная линия – группа с 9 метамерами; А – монотонно изменяющийся признак (L); Б – изменяющийся по типу одновершинной выпуклой (Спл); В – одновершинной вогнутой (Сст/Sm); Г – двувершинной кривой (Спп).

Нижние междоузлия отличаются максимальной выполненностью (90,2–90,1 %) и мощностью стенки стебля (0,51–0,85 мм²), при низкой площади медулярной лакуны (0,2–0,22 мм²), что обеспечивает устойчивость к механическим нагрузкам.

Пятое междоузлие по значениям большинства признаков (Спл, Сст, Sc, Sp, Спс, СП) занимает промежуточное положение между нижним и средними метамерами.

Для средних междоузлий, имеющих максимальную площадь поперечного сечения (4,11–4,31 мм²), характерна наиболее крупная полость (1,5–2,06 мм²) и низкая выполненность (43,3–48 %). Площадь стенки (0,29–0,57 мм²) у них последовательно уменьшается по направлению к верхушке стебля.

Для данных междоузлий характерна низкая устойчивость к изгибам.

Верхние междоузлия – самые длинные (16,8–17,6 см). Данная часть стебля отличается слабым развитием выполненной части (0,26–0,27 мм²), здесь формируется меньше всего проводящих пучков (24,8–25,1 шт.). Комплекс данных признаков может вызывать поникание колоса.

Комплекс изученных признаков структуры стебля характеризуется средней сопряженностью в метамерной изменчивости ($h_2 = 0,36$). Максимально коррелируют с другими показателями ($h_2 > 0,40$) параметры развития стенки соломины: Sc, Sp, П, Пс. Площадь медулярной полости и выполненность междоузлий изменяются на протяжении соломины относительно независимо от других признаков ($h_2 < 0,30$), в чем проявляются особенности формирования их в онтогенезе стебля.

При анализе корреляционных связей выявлен ряд закономерностей. Площадь поперечного сечения очередных междоузлий слабо зависит от их длины ($r_{0,05} = 0,48$). При увеличении радиальных размеров междоузлий медулярная полость и стенка соломины разрастаются непропорционально, что приводит к снижению выполненности ($r_{0,05} = -0,80$). Доля прочных тканей в междоузлии определяется, в большей степени, развитием проводящих тканей ($r_{0,05} = 0,79$), нежели склеренхимы ($r_{0,05} = -0,57$).

Закономерности метамерной изменчивости признаков строения стебля у двурядного ячменя ‘Сибиряк’, в основном, подтверждают данные, полученные ранее при изучении других сортов ячменя (Ковригина, 2010), и позволяют объяснить отличия различных частей соломины по устойчивости к механическим нагрузкам.

ЛИТЕРАТУРА

Заленский В. Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений // Изв. Киев. политехнич. ин-та, 1904. – Т. 4, вып. 1. – 195 с.

Ковригина Л. Н., Романова Н. Г. Изменчивость комплекса признаков сформированных метамеров годичного побега *Sorbus sibirica* Hedl. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Сб. науч. ст. по материалам V междунар. науч.-практ. конф. (21–23 ноября 2006 г., Барнаул). – Барнаул: АзБука, 2006. – С. 114–117.

Ковригина Л. Н. Изменчивость строения стебля у ячменя (*Hordeum vulgare* L.) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Сб. науч. ст. по материалам IX междунар. науч.-практ. конф. (25–28 октября 2010 г., Барнаул). – Барнаул: Концепт, 2010. – С. 230–236.

Кондратьева-Мельвиль Е. А. Ярусная изменчивость листьев в онтогенезе однолетнего двудольного растения // Бот. журн., 1980. – Т. 65, № 8. – С. 1113–1119.

Кренке Н. П. Теория циклического старения и омоложения растений в онтогенезе и ее практическое применение. – М., 1940. – 136 с.