

microorganisms of different taxonomic groups was detected, but the majority (97,6 %) is representatives of type *Actinobacteria*. The presence of LndJ-pattern orthologs with varying degree of homology (42 % to 95 %) was shown in 11 anguacyclines producing strains. Two of them each had two patterns for LndJ-paralogs (*S. fradiae* 2717 and *Micromonospora* sp. Tu6368). Strains *S. antibioticus* Tu6040 and *S. globisporus* 1912 each had (from 2 antiporters) only one ortholog of LndJ pattern. **Conclusion.** Antiporters with varying degrees of similarity to LndJ-protein are widespread among microorganisms as defense against their own antibiotics well as in ones that do not produce any biocides.

Key words: pattern, amino acid structure, homology, antiporter, resistance.

ПОЛЯКОВА Л.В., ГАМАЮНОВА С.Г., ЖУРОВА П.Т.

Украинский научно исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации
Украина, 61034, г. Харьков, ул. Пушкинская, 86, e-mail: polyakova_lv@mail.ru

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МНОГОВЕКОВОГО НАСАЖДЕНИЯ И 55-ЛЕТНЕЙ КУЛЬТУРЫ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ЛИСТОГРЫЗУЩИМ НАСЕКОМЫМ

Деградация насаждений дуба черешчатого, отчетливо проявляющаяся не только в перестойных, но и относительно молодых насаждениях, наблюдается на территориях многих европейских стран. К возможным причинам этого явления относятся как климатические изменения, отмечаемые в последние десятилетия, так и сопровождающее их изменение активности филлофагов, как по видовому разнообразию, так и по численности [3]. Несмотря на то, что во многих случаях усыхание охватывает, прежде всего, старые и перестойные насаждения дуба, нами встречена 55-летняя культура этого вида, в которой отмечается около 15–16 % деревьев,

крона которых усыхает на 50–80 %. Интерес к этой культуре вызван тем, что она создана из семян репродукции произрастающего рядом многовекового (200–300 лет) насаждения, которое составляет основу национального природного парка «Святые горы». Задача исследования свелась к сравнительному биохимическому анализу листьев деревьев усыхающей 55-летней культуры и многовековых деревьев, не имеющих признаков усыхания кроны. Деревья обоих насаждений изучали также по степени повреждения листьев кроны доминирующими в насаждении видами филлофагов.

Материалы и методы

Листья для анализа собирали с нижних побегов южной экспозиции. С каждого дерева брали по 6 листьев для индивидуального анализа. После сбора образцов листья фиксировали в кипящем этаноле, высушивали до воздушно-сухого состояния. Содержание белка (Б) опреде-

ляли по [2]: Содержание флавонолов (ФЛ) определяли по реакции с AlCl₃, 415 нм [1]; конденсированные танины (КТ) определяли по реакции с ванилиновым реактивом [6], гидролизуемые танины (ГТ) определяли по реакции с ферроцианид комплексом [4].

Результаты и обсуждение

Энтомологический анализ побегов деревьев, выполненный в течение первых 2 дней после сбора образцов, позволил установить, что видовой состав листогрызущих насекомых практически одинаков в кроне многовековых деревьев и 55-летней культуры. Основные виды вредителей: дубовый блошак (*Altica quercetorum*

Foudr.(Salicete Wsa), пяденицы ранневесеннего комплекса – пяденица обдирало обычная (*Eranis defoliaria*), доминант, и пяденица зимняя (*Operoptera brumata* L.), субдоминант. Распространение доминирующих летом 2012 г. вредителей и инфекции дано в табл. 1.

Таблица 1. Степень повреждения листьев дуба черешчатого в насаждениях разного возраста (%)

Возраст насаждения	Дубовый блошак	Комплекс пядениц	Мучнистая роса
200–300 лет	6.56±1.26**	0.87±0.42**	2.05±1.11*
Культура 55 лет	13.46±2.18	5.37±1.24	4.63±2.90

Данные таблицы 1 показывают, что стабилизированные в данной среде многовековые деревья характеризуются в 2 раза более низким уровнем расселения в кроне дубового блошака, практически в 6 раз более низкой активностью

комплекса пядениц. Они также в 2 раза слабее поражены инфекцией мучнистой росы.

Биохимический анализ позволил выявить некоторые отличия между рассматриваемыми возрастными группами деревьев (табл. 2).

Таблица 2. Биохимическая характеристика листьев деревьев 300- и 55-летнего возраста состоянием на 26.06.2012 г. (% к сухой массе, под чертой CV %)

Возраст деревьев	Б	ФЛ	КТ	ПА (связан. форма)	ГТ
200–300 лет (16 особей)	<u>9.83±0.15</u> 11.4	<u>0.54±0.03</u> 44	<u>0.36±0.027</u> 84	<u>0.123±0.007</u> 47.1	<u>1.14±0.07</u> 48.9
55 лет (культура, 24 особи)	<u>9.3±0.12</u> 11.4	<u>0.49±0.024</u> 49.3	<u>0.144±0.006</u> 41.6	<u>0.063±0.0016</u> 25.3	<u>1.41±0.07</u> 49.0
T st	2.95*	1.5	2.0*	8.5**	3.15*
Здоровые (11 деревьев) d = 17.7	<u>9.1±0.16</u> 10.9	<u>0.51±0.039</u> 43	<u>0.12±0.0058</u> 32.5	<u>0.058±0.002</u> 24.1	<u>1.50±0.13</u> 55.7
Усыхающие (13 деревьев) d = 18.2	<u>9.54±0.17</u> 11.6	<u>0.47±0.036</u> 55.3	<u>0.165±0.009</u> 40.6	<u>0.067±0.0023</u> 24.9	<u>1.34±0.077</u> 41.8
T st	2.1*	0.8	5.0**	3.0*	1.05

Примечания: Б – общее содержание белка; ФЛ – флавонол-гликозиды (доминирует кверцетрин); КТ – конденсированные танины (свободная форма); ПА – связанная форма КТ; ГТ – гидролизуемые танины. * ** P < 0.05; 0.01.

Данные табл. 2 показывают достоверные отличия между культурой и многовековыми деревьями почти по всем биохимическим признакам (за исключением группы ФЛ). Тенденции таковы, что содержание Б в листьях молодой культуры на 6% ниже, чем в листьях многовековых деревьев. Соответственно в 2.5–2 раза ниже содержание КТ и связанной формы ПА. Содержание ГТ в листьях культуры, напротив, возрастает на 24 %. Достоверные различия отмечены и между группами здоровых и усыхающих деревьев культуры. Количество Б в листьях усы-

хающих деревьев оказалось на 5 % выше, чем в листьях здоровых, более высоким было и содержание конденсированных танинов, но пониженным содержание гидролизуемых танинов (ГТ).

Индивидуальный анализ деревьев позволил рассчитать коэффициенты корреляции между некоторыми биохимическими признаками и степенью расселения в кроне двух доминирующих видов насекомых – дубового блошака и комплекса пядениц (табл. 3).

Таблица 3. Взаимосвязь некоторых биохимических показателей листьев дуба черешчатого с активностью доминирующих вредителей. Коэффициенты корреляции Пирсона (r)

Вредитель	Б	ГТ	КТ	ПА
Дубовый блошак 200–300лет – (16 дер.)	0.041	-0.080	-0.234*	-0.171
Дубовый блошак Культура (24 дерева)	0.150	-0.068	0.214	0.174
Комплекс пядениц – 200–300 лет	-0.435*	0.284*	0.048	-0.220
Комплекс пядениц Культура	0.077	0.213*	-0.122	-0.163

Обозначения те же, что в т.2. * – P < 0.05

Данные табл. 3 показывают, что, несмотря на значительно менее сильное повреждение листьев обоими видами вредителей, наиболее значимые достоверные коэффициенты корреляции отмечаются для многовековых деревьев. Можно

отметить достаточно четкую негативную корреляцию между уровнем конденсированных танинов в кронах многовековых деревьев и активностью вредителя – дубовый блошак, а также активностью комплекса пядениц и содержанием

Б.. Положительная связь отмечена в обоих насаждениях между активностью комплекса пядениц и уровнем гидролизуемых танинов.

Дополнительная выборка деревьев с доминированием в кроне одного из двух видов на-

секомых, подтвердила данные корреляционного анализа. Выборка деревьев в молодой культуре выполнена для двух лет анализа – 2011 и 2012 г.г. (табл. 4, 5).

Таблица 4. Характер повреждения листогрызущими насекомыми деревьев 54-летней культуры (30.06.2011 г.) дуба черешчатого и их основные биохимические показатели (% сухого веса, под чертой CV %)

Группа деревьев	Общее повреждение, %	Б %	ГТ %
Доминирует пяденица (15 деревьев).	10.4 % – дуб.блошак; 4.3 % – пяденица, ед.орехотворка монет	$7.17 \pm 0.09^{**}$ 5.02 %	1.69 ± 0.08 19.5 %
Доминирует дуб. блошак (15 деревьев)	19.93 % – д.блошак; 6.4 % – пяденица ед.широкоминир.моль, листовертка	$7.70 \pm 0.14^{**}$ 7.0 %	1.59 ± 0.11 27.5 %
% соотношения групп	–	93.1 %	106.3 %

Таблица 5. Биохимические показатели деревьев разных возрастных групп с доминированием в кроне разных видов насекомых (07.07.2012 г.) (% к сухому весу)

Группа деревьев	Б	ГТ
200–300 л, доминирует дубовый.блошак (6 деревьев), повреждение – 8.8 %	10.42 ± 0.4	0.95 ± 0.137
200–300 л, доминирует комплекс пядениц (3 дерева), повреждение – 3 %	9.00 ± 0.38*	1.89 ± 0.12 **
55 лет, доминирует дубовый блошак (7 деревьев); повреждение 22.8 %	9.74 ± 0.25	1.08 ± 0.13
55 лет, доминирует комплекс пядениц (6 деревьев), повреждение – 20 %	9.1 ± 0.44	2.06 ± 0.127**

Примечания: * P < 0.05. Б – белок; ГТ – гидролизуемые танины.

Данные изучения культуры дуба в 2011 г. (табл. 4) показали, что в листьях деревьев с доминированием в кроне комплекса пядениц синтезируется на 7 % меньше белка, но на 6 % больше ГТ. Противоположные пропорции этих компонентов характерны для деревьев с доминированием в кроне дубового блошака. В анализах 2012 г. эти особенности подтвердились (табл. 5), причем как для многовековых деревьев так и деревьев культуры. Это позволяет сказать, что характер корреляций между уровнем накопления разных групп компонентов и разными видами листогрызущих насекомых не является случайным, а отражают особенности разных видов насекомых в выборе для расселения дерева-хозяина с определенными биохимическими показателями, то есть определенные генотипы.

Многовековые деревья в данном исследовании представляют интерес с одной стороны

отсутствием усыхания большого количества ветвей в кроне, а также значительно меньшей активностью вредителей в кроне этих деревьев, произрастающих рядом с 55-летней культурой. При этом среди многовековых деревьев можно выбрать особи с практически единичным присутствием отдельных видов насекомых в кроне, то есть проявляющих повышенную устойчивость к повреждению филлофагами в данной среде обитания. Мы сравнили три группы деревьев, проанализированных на данной территории в 2012 г. Это – многовековые деревья (16 особей), группа наиболее устойчивых среди них (6 деревьев) и группа здоровых, без признаков усыхания, деревьев 55-летней культуры (11 особей). Чтобы сравнение было многомерным и был учтен диапазон изменчивости признаков в каждой группе, использовали анализ соответствий (рис.).

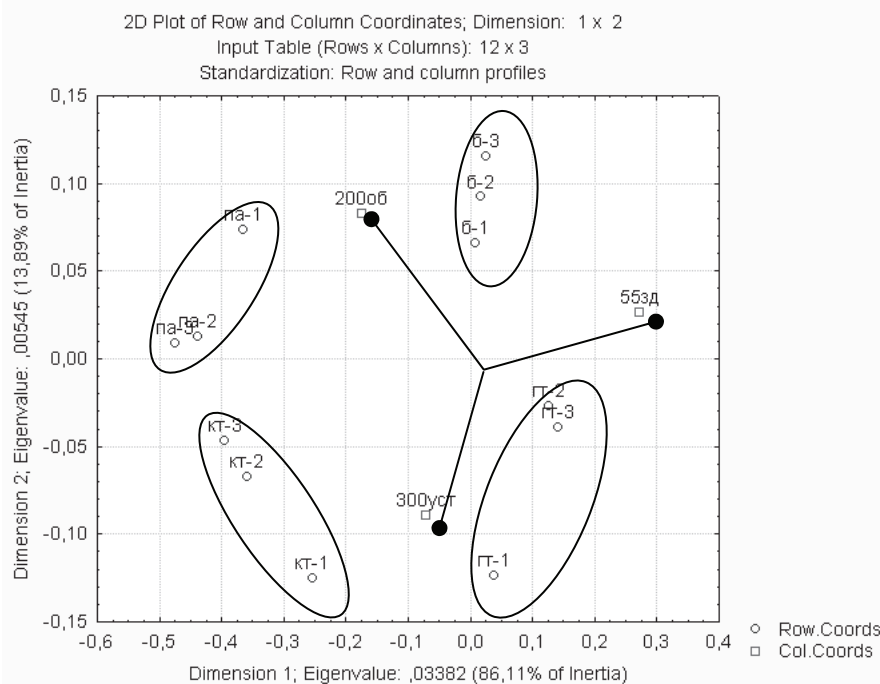


Рис. Анализ соответствий трех групп деревьев по биохимическим признакам. Обозначения: 200 об. – группа многовековых деревьев (16 особей); 300 уст. – группа из 6-ти многовековых деревьев с минимальными признаками повреждения насекомыми и болезнями; 55 зд – группа из 11 деревьев 55-летней культуры, не имеющих признаков усыхания кроны; Компоненты: б-1 (содержание белка в пределах $(\bar{x} - 1\sigma)$); б-2 – \bar{x} ; б-3 – $(\bar{x} + 1\sigma)$; гт-1, гт-2, гт-3 гидролизуемые танины; кт-1, 2, 3 – конденсированные танины свободная форма; па-1, 2, 3 – конденсированные танины связанная форма. От точки пересечения канонических осей проведены векторы специализации каждой группы

Векторы специализации показали, что все три группы деревьев располагаются в разных участках поля. В зоне влияния 55-летней культуры можно отметить лишь повышенные значения признака содержания гидролизуемых танинов. Содержание Б занимает промежуточное положение со сдвигом общего повышенного уровня значений в сторону многовекового насаждения (соответствует данным т.2). Наиболее отчетливое отличие многовековых насаждений и 55-летней культуры относится к уровню содержания в листьях конденсированных танинов, как в свободной (КТ), так и связанной (ПА) формах. Повышенный уровень содержания этих групп компонентов является характерной особенностью только многовековых деревьев, причем свободная форма КТ может быть отнесена к

особенностям наиболее устойчивой группы среди многовековых деревьев

Данное сопоставление показывает особую роль конденсированных танинов в устойчивости деревьев дуба черешчатого к филофагам. Согласно литературным данным наибольшее значение для уровня повреждения деревьев вредителями имеет содержание ГТ или КТ в листьях во время выхода личинок вредителей и их кормления. Отмечена негативная корреляция выживания и веса личинок как с уровнем содержания ГТ так и КТ. при изучении развития личинок *Epirrita autumnata* на листьях березы пушистой [7] Однако в листьях дуба наиболее сильное негативное воздействие на развитие личинок оказывают именно конденсированные танины [5].

Выводы

Полученные нами данные показывают, что достоверные биохимические отличия по большинству признаков – Б, ФЛ, ГТ показывают лишь 6–10 %-ный уровень отличий. Только по содержанию конденсированных танинов в сво-

бодной (КТ) и связанной (ПА) форме уровень отличий между многовековыми деревьями и 55-летней культурой достигает 250–200 % в пользу многовековых деревьев. Вполне вероятно, что значительно более высокий уровень конденса-

рованных танинов для доминирующих в 2011–12 г.г. насекомых в насаждении 200–300-летнего возраста мог оказаться одним из основных факторов, снижающих численность выживаемых личинок двух доминирующих видов насекомых. В листьях молодой культуры, напротив, сложи-

лись благоприятные условия для их выживания и активного расселения насекомых в кроне, вызывая значительное объедание листьев и впоследствии усыхание части деревьев данной культуры.

Литература

1. Беликов В.В. Оценка содержания флавононол-производных в плодах *Silybum marianum* (L.) Gaerth. // Раст.рес. – 1985. – В. 3. – С. 350–358.
2. Бузун Г.А., Джемухадзе К.М., Милешко Л.Ф. Определение белка в растениях с помощью амидо-черного // Физиол.раст. – 1982. – Т.29. – С. 350–358.
3. Селочник Н.Н. Факторы деградации лесных экосистем // Лесоведение. – 2008. – №5. – С. 52–60.
4. Butler L., Bandyopadhyay R., Mughogho L. Polyphenol concentration in grain, leaf and callus tissues of mold-susceptible and mold-resistant *Sorghum* cultivars // J.Agric.Food Chem. – 1986. – V. 34. – P. 425–429.
5. Covelo F., Gallardo A. Temporal variation in total leaf phenolics concentration of *Quercus robur* in forested and harvested stands in northern Spain // Can.J.Bot. – 2001. – V. 79, N 11. – P. 1262–1269.
6. Julkunen-Tiitto R. Phenolic components in leaves of northern willows methods for the analysis of certain phenolics // J. Agric. Food Chem. – 1985. – V. 33. – P. 213–217.
7. Kause A., Ossypov V., Naukioja E., Lempa K., Hanhimaki S., Ossypova S. Multiplicity of biochemical factors determining quality of growing birch leaves // Oecologia. – 1999. – V. 120. – P. 102–112.

POLYAKOVA L.V., GAMAYUNOVA S.G., JUROVA P.T.

*Ukrainian institute of Forestry and Forest melioration named after G.M. Vysotsky
Ukraine, 61024, Kharkov, Pushkinskaja, 86, e-mail: polyakova_lv@mail.ru*

BIOCHEMICAL PECULIARITIES OF COMMON OAK OLD FOREST AND 55-YEAR OLD CULTURE TREES IN CONNECTION WITH THEIR SUITABILITY TO AN HERBIVOROUS INSECTS

Aims. Decline of common oak plantations in last 40–50 decades is a serious problem in many countries. In eastern part of Ukraine there were observed two neighboring common oak plantations: 200–300-year old health trees and 55-year old culture with 15–16 % of decaying trees. **Methods.** Biochemical peculiarities of these plantations were studied for several leaf traits: common protein content (Pt), condensed tannins (CT) and hydrolysable ones (HT). The degree of herbivore insects' activity was studied also. **Results.** It was found the much more intensive damage in 55-year old culture by two dominance species of herbivores – *Altica quercetorum* and *Erranis* sp. The specialist (*A. quercetorum*) prefer trees with high content of Pt in leaves and low content of HT. The generalist (*E. sp.*) prefer opposite proportion of these groups of compounds in leaves. The most stable trees were found in 200–300-year old plantation. **Conclusions.** The most special peculiarity concerned the content of CT. Their content in leaves of old plantation trees was 200–250 % higher compared to 55-year old culture.

Key words: old forest, *Quercus robur* L., biochemical peculiarities, herbivorous insects.

**САВКИН Н.Л., КОВТУН Н.В., ШЕЛИХОВ П.В., МАРУХА Н.Н., ПАВЛОВА М.В.,
ПОНОМАРЕВА К.В.**

*Луганский национальный аграрный университет
Украина, 91008, г. Луганск 8, ЛНАУ, e-mail: rector @ lnau.lg.ua*

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ГЕНОТИПОВ СОРТОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ, ПРЕДОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВЕЛИЧИНУ ПОКАЗАТЕЛЯ ЗИМОСТОЙКОСТИ

На фоне общего состояния аграрного комплекса Украины проблема обеспечения населения одним из основных продуктов питания хле-

бом – не вызывает сомнений и актуальна. Одним из наиболее доступных путей увеличения производства зерна озимой пшеницы является