

УДК 574.42 (292.471)

DOI 10.29039/2413-1725-2023-9-1-53-68

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ ГЛЕДИЧИИ ТРЕХКОЛЮЧКОВОЙ (*GLEDITSIA TRIACANTHOS* L.) В ПРЕДГОРНОМ КРЫМУ

*Громенко В. М., Иваиов А. В., Кобечинская В. Г., Алексева А. И.*

*Институт биохимических технологий, экологии и фармации (структурное подразделение)  
ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный университет им. В. И. Вернадского», Симферополь,  
Республика Крым, Россия  
E-mail: grom.v.2019@mail.ru*

Выполнено исследование пространственной структуры старовозрастной лесозащитной полосы в центральной части предгорного Крыма (окрестности г. Симферополя), сложенной из интродуцента гледичии трехколючковой (обыкновенной) с оценкой её жизненного состояния. Установлены ведущие таксономические показатели древостоя: высота –  $10,8 \pm 0,2$  м, диаметр кроны –  $5,9 \pm 0,3$  м, диаметр ствола –  $26,8 \pm 0,7$  см. Индекс относительного жизненного состояния (ОЖС) составляет 94 %. Лесополоса относится к ажурно-продуваемому типу лесонасаждения. Значение коэффициента напряженности роста (КОП) составляет  $1,8 \pm 0,1$  см/см<sup>2</sup>. Между показателями ОЖС и КОП существует статистически значимая высокая обратная связь ( $R = - 0,98$ ). Хорошее жизненное состояние древостоя в целом свидетельствует, что экологические условия для произрастания гледичии трехколючковой в чистом насаждении на предгорных черноземах являются благоприятными для данного вида.

**Ключевые слова:** предгорный Крым, лесозащитная полоса, гледичия трехколючковая, экологические условия произрастания, таксационные показатели древостоя.

### ВВЕДЕНИЕ

Наиболее эффективным мероприятием по регулированию поверхностного стока и снегораспределения, зарегулированию атмосферных осадков и сглаживания амплитуды колебания температуры в наиболее жаркий период года, а также снижению отрицательного воздействия водно-ветровой эрозии, ураганов и суховея является лесозащитное лесоведение [1]. Его можно рассматривать как важный элемент государственной стратегии сохранения окружающей среды, рационального использования и приумножения природно-ресурсного потенциала страны. В связи с этим оценка состояния существующих насаждений лесополос является актуальным исследованием, результаты которого могут оказать существенное влияние не только на экономические показатели хозяйственной деятельности исследуемой территории, т. е. на рост урожайности сельскохозяйственных культур, но и на обеспечение экологической устойчивости ландшафтов [2].

Опыт лесопосадок с подбором наиболее устойчивых видов для их формирования в Крыму имеет уже более 140-летнюю историю и активно

использовался по созданию подобных насаждений по югу Российской Федерации и Украины, особенно в послевоенный период [3]. По данным Н. А. Агапонова, А. И. Ковальского [4] благодаря широкой механизации лесомелиоративных работ в регионе в послевоенные годы было создано около 75 тыс. га защитных насаждений. К сожалению, в последующий период более половины всех имеющихся сейчас полезащитных лесных полос в предгорном и равнинном Крыму нуждаются в ремонте или расстроены вследствие старения насаждений, многие из них были вырублены самовольными рубками на отопление населением или пребывают в неудовлетворительном санитарном состоянии. Ныне в Крыму сохранились менее чем 20–30 % от прошлых посадок. Это обусловлено тем, что в связи с изменениями форм собственности на землю лесополосы выпали из поля зрения государства. Кому должны принадлежать полезащитные насаждения? Сельскохозяйственным предприятиям или лесохозяйственным? Коллективные сельскохозяйственные предприятия распались, а мелкие фермеры не в состоянии создавать новые лесные полезащитные насаждения или поддерживать старые.

Гледичиевые насаждения, созданные еще в 50-е годы прошлого века достаточно широко распространены по территории Крымского полуострова (720,3 га) и там, где не было рубок для бытовых целей, в основном в 90-е годы, визуально находятся в неплохом состоянии. Наибольшие их площади встречаются в Старокрымском лесничестве (377,4 га – 52,4 %), второе место занимает Сакский район (232 га – 32,2 %), в остальных 4-х районах (Белогорском, Симферопольском, Джанкойском и Раздольненском ) площади их незначительны (7,2–13,3 га) [5].

Анализ публикаций, посвященных гледичии трехколючковой, освещает преимущественно различные методы увеличения всхожести семян, требования к почвам, оценкам её плодоношения с учетом возраста и мелиоративной эффективности этого вида в комплексе лесонасаждений, подробно рассматриваются её декоративные формы, используемые в создании парковых композиций [6–8 и др.]

В научной литературе имеются только фрагментарные данные о пространственной структуре и жизненном состоянии старовозрастных гледичиевых лесозащитных полос по другим регионам страны, для Крыма этот вопрос не освещен. Вышеуказанная проблематика обусловила выбор темы исследования и ее актуальность.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Виды рода *Gleditsia* L. (гледичия) относятся к семейству Бобовые, являясь хозяйственно ценными и перспективными древесными растениями для интродукции в условия деградированных ландшафтов засушливого региона. Род *Gleditsia* L. включает 12 видов, распространенных в Северной и Южной Америке, восточной Азии и в тропической Африке. В культуре Европы и Азии нашли применение 8 видов, из них наиболее распространена гледичия обыкновенная (трехколючковая) и её формы (бесколючковая, пирамидальная, плакучая и низкая). Этот вид хорошо растет на Кавказе, юге Украины, в Крыму, Ставропольском крае и Ростовской

области, в государствах Средней Азии, где широко используется в озеленении и при создании защитных ажурно-продуваемой конструкции лесополос [8].

Гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.) – это дерево высотой около 25 м (на родине в Северной Америке достигает 45 м). Крона ажурная, почти шаровидная, ствол и ветви покрыты острыми твердыми прямыми (часто разветвленными) колючками. Корневая система мощная, сильно разветвлённая. Быстрорастущая, светолюбива, засухоустойчивая, ветроустойчивая, мало требовательная к плодородию почв, произрастая и на засоленных землях, но теплолюбива, особенно в молодых посадках страдает от морозов. Хорошо переносит уплотнение почвы, запыленность и задымленность воздуха, стрижку и формирование кроны. Легко размножается семенами, корневыми отпрысками и черенками. Благодаря этим свойствам её широко используют в степном лесоразведении и в полезащитных полосах, в том числе и на засоленных почвах в южных регионах РФ и Украины [9].

Впервые этот вид был использован лесничим Ю. А. Леманом в конце XIX века при создании смешанных лесных культур с дубом черешчатым в лесопосадках Рацинской дачи площадками 15x7 м и 6,3x6,3 м в Вознесенском районе Николаевской области. Были получены хорошие результаты устойчивости и долговременности этих насаждений [10].

Объектом изучения являлись лесозащитная полоса из чистых посадок гледичии трехколючковой площадью 2,2 га, которая расположена в 10 км северо-восточнее города Симферополя, на высоте около 180 м над уровнем моря с координатами в центре по спутниковой карте Google: 45°07'96" N – 34°17'09" E. Это типичная старовозрастная гледичиевая лесополоса и ее выбор связан не только с близостью к транспортной развязки, но в первую очередь с тем, что она граничит с другой лесозащитной лесополосой, представленной чистым насаждением из сосны крымской, а также с участками слабо косимой целинной степи и пашни, занимаемой, как правило, зерновыми культурами. Поэтому эту гледичиевую лесополосу можно рассматривать как составную часть данного природно-антропогенного комплекса, перспективного для проведения фундаментальных исследований. На этой пробной площади были изучены физико-химические характеристики почвы и её ферментативная активность, а также сезонная динамика «почвенного» дыхания, которые обсуждались в наших предыдущих работах [11, 12]. Далее на перспективу планируется определение бактериальных и грибных метагеномов в ризосфере этих лесобразующих пород, которые позволят более детально выявить их устойчивость и адаптацию к абиотическим факторам среды.

В пределах лесополосы в направлении с юга на север, через каждые 100 м были заложены пробные площадки, на которых определяли лесотаксационные параметры древостоя гледичии трехколючковой. Для этого использовали общепринятые методы определения пространственной структуры, высоты, диаметра, протяженности крон, полноты насаждения [13, 14].

Для определения жизненного состояния деревьев использовали шкалу категорий состояния деревьев, выделяемых в лесной защите при характеристике ослабленных и усыхающих насаждений [15, 16]. Выделены следующие градации:

I – здоровые: деревья без внешних признаков ослабления;

II – ослабленные: деревья со слабо ажурной кроной, укороченным приростом или повреждением до 1/3 общего количества хвои (объедена, обожжена), с усыханием отдельных ветвей, повреждением отдельных корневых лап или небольшим местным отмиранием ствола;

III – сильно ослабленные: деревья с ажурной кроной и матовой хвоей, с сильно укороченным приростом или без него, с повреждением или усыханием до 2/3 хвои (ветвей), суховершинные, с механическими повреждениями корневых лап и ствола;

IV – усыхающие: деревья, которые могут усохнуть в текущем или следующем году, с сильно ажурной и бледно-зеленой, желтеющей и осыпающейся хвоей, с повреждением более 2/3 хвои, сухокронные, с признаками заселения стволов;

V – свежий сухостой: деревья, усохшие в текущем или в прошлом вегетационном периоде, с желтой или бурой хвоей, или без нее; короеды вылетают или вылетели, другие ксилофаги еще могут быть под корой или в древесине;

VI – старый сухостой: деревья, усохшие в прошлые годы, без хвои, кора и мелкие ветви частично или полностью осыпались, ксилофаги покинули деревья.

Две последние категории (У и У1) шкалы объединяли в одну общую категорию: «сухостой».

Оценку относительного жизненного состояния (ОЖС) древостоев лесозащитных полос проводили с использованием расчетного индекса ОЖС, который определяют по относительной численности категорий деревьев – по методике В. А. Алексеева [17]

Расчет индекса состояния древостоев ( $L_n$ ) в соответствии с распределением общего числа деревьев на различные по числу деревьев категории проводился по формуле:

$$L_n = \frac{(100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4)}{N} (\%) \quad (1)$$

где  $n_1$  – число «здоровых»,  $n_2$  – «ослабленных»,  $n_3$  – «сильно ослабленных»,  $n_4$  – «отмирающих» деревьев лесобразователя на пробной площади;  $N$  – общее число деревьев на пробной площади, включая «сухостойные».

При величине индекса ОЖС в диапазоне 100–80 % древостой оценивался как здоровый, при 79–60 % древостой считался ослабленным (поврежденным), при 59–20 % – сильно ослабленным (сильно поврежденным), менее 20 % – полностью разрушенным.

Коэффициент напряженности роста (КОП) рассчитывался по формуле [16]:

$$\text{КОП} = \frac{H \times 100}{G_{1,3}} \quad (2)$$

Обработка результатов осуществлялась в программе Excel и с использованием общепринятых методов вариационной статистики [18].

Проведение исследований, обработка материалов и обсуждение результатов опирались на опыт аналогичных изысканий, изложенных в материалах публикаций [19, 20].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучаемая лесополоса из насаждения *Gleditsia triacanthos* L. заложена на неорошаемых землях и предназначена для защиты сельскохозяйственных угодий от неблагоприятных климатических факторов. Она длиной в 1300 метров по функции относится к категории вспомогательной, расположена поперек нижней части склона перпендикулярно основной лесополосе из сосны крымской и защищает поле озимой пшеницы с западной стороны от поверхностных стоков атмосферных осадков (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид гледичиевой лесополосы (ориентация с юга на север) в предгорной зоне Крыма. Справа – пшеничное поле, вдали к ней перпендикулярно примыкает сосновая лесополоса. Она расположена поперек направления линии стока.

Лесополоса относится к ажурно-продуваемому типу лесонасаждения. Подобная конструкция определяется с одной стороны подбором главной древесной породы, а

с другой зависит от способа размещения посадочных мест на лесокультурой площади.

Традиционно полоса создается преимущественно из трех-пяти рядов. Для почв южного чернозема рекомендуется создавать полосы с шириной междурядий не менее 3 метров, для темно-каштановых и солонцеватых – 4 метра, размещение деревьев в ряду 1,8–1 м. Лесополоса с широкими междурядьями, продуваемая – более экономична, позволяя максимально механизировать работу по уходу за ней, накопить больше влаги в почве, т.е. создать более благоприятные условия для роста главной породы.

При создании лесопосадок с использованием гледичии трехколючковой на южных черноземах и темно-каштановых почвах в Крыму были использованы преимущественно следующие варианты подбора пород:

1 схема. Три ряда гледичии с размещением 4x2 м, ширина лесополосы 12 м, посадочных мест на 1 га – 1250 шт.

2 схема. Первый и пятый ряды – сопутствующие породы: клен полевой, клен явор, клен татарский, абрикос; второй, третий, четвертый ряды – главная порода: дуб черешчатый, гледичия, орех грецкий, ясень обыкновенный. На 1 га лесополосы высаживаются 2400 шт. в соотношении 60 % главной пород и 1600 шт. сопутствующей (40 %).

3 схема. Для каштановых не солонцеватых почв тип смешения гледичия с ясенем остроплодным и белой акацией – главные породы в сочетании с кустарниками : скумпией, жимолостью татарской, кизилом, золотистой смородиной и др. На 1 га высаживают 1450 шт. главной породы.

4 схема. Первый и четвертый ряды – сопутствующие породы: абрикос, софора, клен полевой; второй и третий ряд – главные породы: гледичия, вяз мелколистный, акация белая. На 1 га высаживают 1150 шт. главных пород и столько же сопутствующих [21].

Следовательно, расход посадочного материала по 2–4 схемам намного больше. Поэтому в степной зоне, где более сильные ветра открытых пространств, преобладает 2, 3 и 4 схемы, а в предгорной зоне первая, как более экономичная и достаточно эффективная.

Изучение горизонтальной пространственной структуры лесонасаждений из гледичии трехколючковой выявило следующие особенности. Очевидно, лесополоса изначально закладывалась по схеме трехрядной ползащитной полосы из одной главной породы (*Gleditsia triacanthos* L.) с расстоянием в 2 метра между деревьями в ряду и 4 метрами между рядами. Согласно подсчету числа годичных колец, на оставшихся пнях деревьев, время возникновения лесополосы относится к 60–70 годам прошлого столетия.

За период существования горизонтальная пространственная структура древесного агробиогеоценоза изменилась под влиянием внутренних процессов развития древостоя, а также негативных воздействий как естественных, так и антропогенных факторов. В результате незаконных рубок и естественного выпадения растений расстояние между деревьями в ряду увеличилось почти в полтора раза и составляет в среднем для гледичиевой лесополосы –  $3,6 \pm 0,2$  метров.



На модальный класс  $M_0 = 2$  м, включающий максимальное количество частот по расстоянию между деревьями в ряду, приходится – 55,2 %. На просветы между стволами деревьев с расстоянием в 4 м приходится по площади – 20,7 %, в 6 м – 13,8 %, в 8 м – 10,3 %. Такие результаты подтверждают вывод о первоначальной схеме размещения посадочных мест 4,0 x 2,0 м.

Также значительными изменениям подверглась и ширина лесополосы, которая зависит от выпадения деревьев из крайних рядов древостоя. Среднее расстояние от края до края крон древостоя, без учета закраек, равно  $16,9 \pm 0,3$  м. Разница между максимальной и минимальной шириной лесополосы составила 7 м.

Изреживание древостоя привело к уменьшению полноты насаждения и соответственно изменению диаметров и степени сомкнутости крон деревьев (рис. 2).



Рис. 2. Степень сомкнутости крон гледичии трехколючковой среднего ряда – ажурно-продуваемый тип лесонасаждения в предгорной зоне Крыма.

Средний диаметр крон в целом по трем рядам в посадке составляет  $5,9 \pm 0,3$  м (табл. 1). На деревья с диаметрами крон в 6 м приходится 33,30 %, в 4 м – 26,70 %, в 8 м – 20,0 %, в 10 м – 6,7 %. На диаметры крон в 2, 3, 5 и 7 м приходится всего по 3,3 %, причем он зависит от расположения дерева в ряду. Максимальным средним размером  $7,0 \pm 0,5$  м характеризуются деревья крайнего ряда, расположенные вдоль поля озимой пшеницы с восточной стороны лесополосы. С западной стороны,

напротив косимого участка целинной степи, крайний ряд характеризуется средним диаметром в  $6,9 \pm 0,4$  м. Наименьшие диаметры крон приходятся на деревья, растущие в среднем ряду –  $4,2 \pm 0,3$  м. Уровни индивидуальной изменчивости диаметров крон в первом ряду ( $C_v = 23,2\%$ ), втором ( $C_v = 28,6\%$ ) и в третьем ( $C_v = 28,5\%$ ) характеризуются как средние. Такая же закономерность наблюдается и для распределения диаметра стволов деревьев. Среднее значение этого показателя для всего древостоя оценено в интервале  $26,8 \pm 0,7$  сантиметров. С восточной стороны деревья характеризуются диаметром – 35,7 см, а с западной – 30,5 см, средний ряд – 25,6 см соответственно.

Диаметры крон и расстояния между стволами детерминируют различие в степени сомкнутости крон деревьев. В крайних рядах насаждения, где расстояние между стволами деревьев в ряду составляет 2 м, наблюдается полное смыкание крон с проникновением ветвей в кроны друг друга. При расстоянии в 4 м, сомкнутость крон составляет около 1,0. При увеличении расстояния от 6 до 8 м, сомкнутость крон варьирует от 0,8 до 0,5. Между рядами с шириной междурядий в 4 м сомкнутость крон варьирует от 1,0 и до 0,1, здесь кроны среднего ряда представлены самосевным подростом или порослевыми деревьями.

**Таблица 1**  
**Изменчивость диаметра крон гледичиевой лесополосы по рядам**

Статистические показатели	Исследуемые признаки
	Диаметр крон (м)
Среднее значение (м)	$5,9 \pm 0,3$
Ошибка полученной средней %	5
Медиана	6
Мода	6
Стандартное отклонение	2
Минимум (м)	2
Максимум (м)	10
Размах (м)	8
Коэффициент вариации, %	33,9

От степени полноты насаждения и сомкнутости полога зависит как количество света, проникающего во внутреннее пространство лесополосы, так и возникновение экологических ниш для внедрения в структуру древостоя других растительных видов. В целом для гледичиевой лесополосы задерненность почвы составляет 100 % (рис. 3).

В затененных участках преобладают луговые злаки с доминированием *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Festuca pratensis* Huds., в осветленных участках – степные злаки с доминированием *Festuca rupicola* Neuff. и примесью разнотравья. Внутри посадки высота злаков в среднем составляет  $30,0 \pm 1,5$  см. На месте выпавших деревьев гледичии трехколочковой около 20 % пространства лесополосы занимают кусты шиповника и около 5 % деревья лоха серебристого.





Рис. 3 Задерненность почвы степной растительностью в средней части гледичиевой лесополосы в предгорной зоне Крыма.

Ажурно-продуваемая конструкция лесополосы детерминируется особенностью вертикальной структуры насаждения и зависит от биоэкологических особенностей гледичии трехколючковой и экологических факторов среды. Вертикальная структура древостоя определялась по высоте приземной части стволов и крон деревьев. Средняя высота древостоя составляет  $10,8 \pm 0,2$  м (табл. 2).

Ажурная часть конструкции насаждений гледичии обеспечивается поднятием крон на высоту в среднем на  $8,6 \pm 0,3$  м при минимуме в 5,5 м и максимуме – 12,5 м. Протяженность кроны в среднем превышает протяженность ствола почти в четыре (3,7 м) раза.

По данным индекса кроны все деревья относятся к классу растений с длинной кроной. При этом, индекс кроны в среднем составляет 0,79 при минимальном значении 0,61 и максимальном – 0,92. При этом 46,7 % деревьев находится в интервале индекса кроны от 0,8–0,89, 33,3 % в интервале 0,7–0,79, 13,3 % в интервале 0,6–0,69 и 6,7 % – 0,9–0,99. Отдельно по рядам индекс кроны возрастает от II (0,76) к I (0,79) и III (0,85). Таким образом, в этой последовательности длина кроны возрастает за счет увеличения высоты деревьев и снижения расстояния первой живой ветви до уровня земли.

Таблица 2

**Таксономические показатели насаждений гледичии трехколючковой: по высоте древостоя, ствола и кроны**

Статистические показатели	Исследуемые признаки древостоя		
	Высота древостоя	Высота ствола от земли до первой живой ветви	Высота кроны от первой живой ветви до верхушки дерева
Среднее значение (м)	10,8 ± 0,2	2,2 ± 0,1	8,6 ± 0,3
Минимум (м)	8,0	1,0	5,5
Максимум (м)	14,0	4,0	12,5
Коэффициент вариации (%)	12,9	31,8	19,8

В связи с этим продуваемая часть конструкции насаждений гледичии, представленная стволами деревьев, в среднем по высоте составляет  $2,2 \pm 0,1$  м при минимуме в 1 м и максимуме – 4 м. Отдельно высота стволов увеличивается от III, к I и далее II ряду. В этой очередности прослеживается уменьшение освещенности деревьев, что приводит к отмиранию нижних ветвей кроны и соответственно увеличению длины приземной части стволов деревьев. Так, при лучшей освещенности третьего ряда, находящегося с восточной стороны лесополосы, высота нижней ветви составляет в среднем  $1,6 \pm 0,1$  м, во втором внутреннем ряду  $2,4 \pm 0,2$  м, а в первом ряду с западной стороны  $2,3 \pm 0,15$  м.

Важной конструктивной частью продуваемой конструкции является не только высота приземной части стволов, но и их диаметр на высоте 1,3 м. В целом, для лесополосы средний диаметр древостоя гледичии трехколючковой составляет  $26,8 \pm 0,7$  см при минимуме в 14 см и максимуме – 48 см. В отдельности диаметр первого ряда в среднем равен  $30,5 \pm 1,2$  см, второго –  $25,6 \pm 2,1$  см и третьего –  $35,7 \pm 2,7$  см.

Таким образом, обобщая полученные данные по кронам и стволам деревьев ажурно-продуваемая конструкция насаждения гледичии представляет следующий вид. При средней высоте древостоя в 10,8 м на ажурную часть лесополосы приходится 79,7 %, а на продуваемую 20,3 %. В ажурной части площадь продольных просветов не превышает 35 %, а в продуваемой составляет в среднем 87 %, что соответствует нормативным показателям по ажурно-продуваемым лесополосам.

Очевидно, что степень освещенности также влияет и на жизненное состояние отдельных деревьев и древостоя в целом. Проведенные исследования позволили установить, что в целом состояние древостоя гледичии трехколючковой трактуется как здоровое, а индекс ОЖС составляет 94 % (табл. 3). Индекс относительного жизненного состояния (ОЖС) в целом для древостоя лесополосы составляет  $94,0 \pm 2,2$  %. При этом 80 % деревьев относится к категории здоровые деревья, 20 % – ослабленные. Минимальное среднее значение ( $91,8 \pm 4,2$ ) ОЖС отмечено для второго внутреннего ряда, максимальное ( $95,7 \pm 4,3$ ) – третьего. Количество ослабленных деревьев во II ряду выше на 13 % чем в III-м и на 10,6 % чем в I. (рис. 4).

Таблица 3

Распределение деревьев и древостоев по категориям относительного жизненного состояния в насаждении гледичии трехколючковой по рядам

Лесополоса (ряды)	Распределение деревьев по категориям ОЖС (%)				Индекс ОЖС (%) и категория состояния древостоя
	1	2	3	4	
Гледичиевая (в целом)	80,0	20,0	0,0	0,0	94 ± 2,2 (здоровый)
I (от косимой целины)	83,3	16,7	0,0	0,0	95 ± 3,4 (здоровый)
II (внутренний)	72,7	27,3	0,0	0,0	91,8 ± 4,2 (здоровый)
III (от с/х поля)	85,7	14,3	0,0	0,0	95,7 ± 4,3 (здоровый)

Примечание. Распределение деревьев по категориям ОЖС: 1 – здоровые деревья; 2 – ослабленные деревья; 3 – сильно ослабленные деревья; 4 – отмирающие деревья.



Рис. 4. Жизненное состояние деревьев гледичевой лесополосы в предгорной зоне Крыма.

Для подтверждения полученных результатов дополнительно использовали расчеты с использованием коэффициента напряженности роста (КОП), который выражает отношение высоты дерева к площади его поперечного сечения. Помимо



характеристики состояния древостоев, КОП является важным критерием оценки достаточности их изреживания [15]. В результате расчетов было установлено, что значение коэффициента напряженности роста (КОП) древостоя гледичии трехколючковой в среднем составляет  $1,8 \pm 0,1$  см/см<sup>2</sup> и варьирует в пределах от 0,8 до 4,5 см/см<sup>2</sup>.

Вычисление КОП для отдельных рядов выявило, что наименьшим значением коэффициента 1,2 см/см<sup>2</sup> характеризуется III ряд лесополосы, а наибольшим – II внутренний 2,4 см/см<sup>2</sup> (табл. 4).

**Таблица 4**

**Средние значения ОЖС и КОП древостоя в насаждении гледичии трехколючковой по рядам**

Лесополоса (ряды)	ОЖС, %	КОП, см/см <sup>2</sup>
Гледичиевая (в целом)	94,0	1,8
I (от косимой целины)	95,0	1,6
II (внутренний)	91,8	2,4
III (от с/х поля)	95,7	1,2
В целом по категории «здоровые деревья»	80–100	1,62
В целом по категории «ослабленные»	79–50	2,44

Полученные данные свидетельствуют о том, что существует тесная связь между показателями ОЖС и КОП. Увеличение показателя ОЖС от II (91,8 %) ряда, через I (95 %) к III (95,7 %) идет с уменьшением КОП 2,4-1,6-1,2 см/см<sup>2</sup>, соответственно. Высокая обратная связь подтверждается коэффициентом корреляции  $R = - 0,98$  ( $p < 0,05$ ).

Сопоставляя результаты исследований ОЖС и КОП можно сделать предварительный вывод, что для чистых насаждений гледичии трехколючковой, произрастающей на черноземных почвах предгорного Крыма при ОЖС = 80-100% и категории состояния древостоя «здоровый», оптимальное среднее значения КОП соответствует 1,62 см/см<sup>2</sup>

Анализ жизненного состояния древостоя в целом и отдельно деревьев однозначно указывает на тот факт, что экологические условия для произрастания гледичии трехколючковой в чистом насаждении на предгорных черноземах являются благоприятными. Выпадение деревьев из структуры лесопосадки носит в большинстве своем антропогенный характер, прежде всего, в результате незаконных рубок.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Лесополоса относятся к ажурно-продуваемому типу лесонасаждения. Изначально закладывалась по схеме трехрядной полезащитной полосы из одной главной породы (*Gleditsia triacanthos* L.) с расстоянием в 2 м между деревьями в ряду и 4 м между рядами.

2. В настоящее время расстояние между деревьями в ряду составляет в среднем –  $3,6 \pm 0,2$  метров. Диаметр кроны в целом по трем рядам равен  $\bar{x} = 5,9 \pm 0,3$  м, а стволов –  $\bar{x} = 26,8 \pm 0,7$  см. Вертикальная структура представлена древостоем высотой  $\bar{x} = 10,8 \pm 0,2$  м. На кроны приходится  $\bar{x} = 8,6 \pm 0,3$  м длины, на приземную часть стволов –  $2,2 \pm 0,1$  м.
3. Значение коэффициента напряженности роста (КОП) составляет  $1,8 \pm 0,1$  см/см<sup>2</sup> и варьирует в пределах от 0,8 до 4,5 см/см<sup>2</sup>. Между показателями ОЖС и КОП существует статистически значимая высокая обратная связь ( $R = -0,98$ ).
4. Индекс относительного жизненного состояния (ОЖС) в целом для древостоя лесополосы составляет  $94,0 \pm 2,2$  %. При этом 80 % деревьев относится к категории здоровые и только 20 % – ослабленные.
5. Хорошее жизненное состояния древостоя в целом и отдельно деревьев однозначно указывает на тот факт, что экологические условия для произрастания гледичии трехколючковой в чистом насаждении на предгорных черноземах являются благоприятными и их площади следует расширять.
6. Необходимо государственная программа восстановления лесных полей защитных насаждений. Считаем, что необходимо создание специальных государственных лесохозяйственных предприятий для восстановления и охраны лесных полей защитных насаждений или передачи их на баланс существующим.
7. Также следует внести изменения в Кодекс об административных правонарушениях о ужесточении наказания за самовольные рубки полей защитных насаждений с полным возмещением нанесенного ущерба, т.к. их климатообразующую, средобразующую, водорегулирующую, водоохранную, почвозащитную, противозерозионную и почвоохранную роль трудно переоценить.

#### Список литературы

1. Мишнев В. Г. О значении и состоянии полей защитного лесоразведения в Крыму / В. Г. Мишнев, Н. И. Цыплаков // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2001. – Вып. 11. – С. 12–14.
2. Багрова Л. А. Искусственные лесонасаждения в Крыму / Л. А. Багрова, Л. Я. Гаркуша // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 134–145.
3. Кобечинская В. Г. Опыт лесоразведения в Крыму: от прошлого к настоящему / В. Г. Кобечинская, О. Б. Ярош // Бюлл. «Использование и охрана природных ресурсов в России». – 2017. – № 2. – С. 22–27.
4. Агапонов Н. Н. путеводитель по объектам лесной лесомелиорации горного Крыма / Н. Н. Агапонов, А. И. Ковальский. – 2004. – Симферополь. – 142 с.
5. Поляков А. Ф. Лесные формации Крыма и их экологическая роль / А. Ф. Поляков, Ю. В. Плуготарь. – Харьков: Новое слово, 2009. – 405 с.
6. Шмарина Я. Г. Стимуляция прорастания семян с твердым покровом раствором ацетона различной концентрации на примере семян гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos* L.) / Я. Г. Шмарина, К. А. Ряскова // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 7 (91). – С. 4–7.
7. Дубенок Н. Н. Состояние и мелиоративная эффективность полей защитных лесонасаждений Краснодарского края / Н. Н. Дубенок, В. В. Танюкевич, С. В. Тюрин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – №1. – С. 36–38.
8. Климов А. Д. Репродуктивная способность интродуцированных видов рода *Gleditsia* L. в условиях светло-каштановых почв / А. Д. Климов, Д. К. Кулик // Материалы Международной научно-практической конференции «Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО». – 2013. – Т.3. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ. – С. 307–311.



9. Деревья и кустарники запада УССР. Атлас. / Под редакций Т. М Бродович., М. М Бродович. – Львов: Вища школа, 1979. – С. 182–183.
10. Вакулюк П. Г. Лесоразведение и лесовосстановление в Украине: Монография / П. Г. Вакулюк, В. И. Самоплавский – Харьков: Прапор, 2006. – С. 179.
11. Славинская А. В. Ферментативная активность почв с учетом сезонной динамики в предгорной зоне Крыма / А. В. Славинская, А. В. Ивашов, В. Г. Кобечинская, В. М. Громенко, А. И. Якубовская, И. А. Каменева, М. В. Гритчин // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2021. – Т. 7 (73), № 1. – С. 169–179.
12. Славинская А. В. Сезонная динамика выделения углекислого газа («дыхание почв») в предгорной зоне Крыма / А. В. Славинская, В. Г. Кобечинская, А. В. Ивашов, М. В. Гритчин // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Том 8 (74), № 1. – С. 177–187.
13. Анучин Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 512 с.
14. Мелехов И. С. Лесоведение / И. С. Мелехов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 406 с.
15. Рожков А. А. Оценка устойчивости и состояния лесов / А. А. Рожков // Лесоведение. – 2003. – № 1. – С. 66–72.
16. Густова А. И. Оценка гидрофизических характеристик древесины для обоснования лесоводственных уходов в защитном лесоразведении / А. И. Густова, Д. К. Терехина // Аграрный вестник Урала. – 2007. – № 5(41). – С. 55–59.
17. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение, 1989. – № 4. – С. 51–57.
18. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин – М: Наука. – 1990. – 352 с.
19. Бойко Г. Е. Оценка жизненного состояния насаждений сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don) в лесопарковом массиве Симферопольского водохранилища / Г. Е. Бойко, В. М. Громенко // Экосистемы. – 2016. – Вып. 8. – С. 63–68.
20. Бойко Г. Е. Оценка таксационных показателей и жизненного состояния экспериментальных лесных культур кедр ливанского и кедр атласского в урочище Кесслерский лес / Г. Е. Бойко, В. М. Громенко // Актуальные проблемы современного лесоводства. Вторые международные чтения памяти Г. Ф. Морозова. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2020. – С. 82–90.
21. Поляков А. Ф. Полезащитные лесные полосы в степях Крыма / А. Ф. Поляков, Ю. В. Плуготарь // Научное обоснование основных направлений развития агропромышленного комплекса Крыма в условиях рыночной производства. Симферополь: Таврия. – 2005. – С. 281–287.

## **SPATIAL STRUCTURE AND LIFE STATE OF PLANTS GLEDITSY THREE-POD (*GLEDITSIA TRIACANTHOS* L.) IN THE FOOTHILL ZONE OF CRIMEA**

***Gromenko V. M., Ivashov A. V., Kobechinskaya V. G., Alekseeva A. I.***

*V. I. Vernadsky Crimean Federal Universiti, Simferopol, Republic of Crimea, Russia  
E-mail: grom.v.2019@mail.ru*

The most effective measure for regulating surface runoff and snow distribution, regulating atmospheric precipitation and smoothing the amplitude of temperature fluctuations in the hottest period of the year, as well as reducing the negative impact of water and wind erosion, hurricanes and dry winds is field-protective forestry.

The object of the study was a typical old-growth honey locust forest belt from pure plantings of the three-thorned locust (*Gleditsia triacanthos* L.) with an area of 2.2 ha. It is located 10 km northeast of the city of Simferopol, at an altitude of about 180 m above sea level with coordinates in the center on the Google satellite map: 45°07'96" N –

34°17'09" E; laid on non-irrigated lands and is intended to protect agricultural land from adverse climatic factors.

As a result of the study, it was found that the forest belt belongs to the openwork-blown type of forest plantation. Initially, it was laid out according to the scheme of a three-row shelterbelt from one main rock with a distance of 2 m between trees in a row and 4 m between rows. At present, the distance between trees in a row is on average  $3.6 \pm 0.2$  meters. The diameter of the crowns as a whole in three rows is  $\bar{x} = 5.9 \pm 0.3$  m, and the diameter of the trunks is  $\bar{x} = 26.8 \pm 0.7$  cm.

The vertical structure is represented by a forest stand with a height  $\bar{x} = 10.8 \pm 0.2$  m) is  $1.8 \pm 0.1$  cm/cm<sup>2</sup> and varies from 0.8 to 4.5 cm/cm<sup>2</sup>. There is a statistically significant high inverse relationship between the indicators of the FC and COP ( $R = -0.98$ ). The index of relative life condition (RLS) in general for the stand of the forest belt is  $94.0 \pm 2.2$  %. At the same time, 80 % of the trees are classified as healthy and only 20 % are weakened.

The good vital state of the forest stand as a whole and separately of trees clearly indicates the fact that the ecological conditions for the growth of honey trout trithorn in a pure stand on foothill chernozems are favorable and their areas should be expanded.

The good vital state of the forest stand as a whole and separately of trees clearly indicates the fact that the ecological conditions for the growth of honey trout trithorn in a pure stand on foothill chernozems are favorable and their areas should be expanded.

It is advisable to amend the Code of Administrative Offenses, the clause on toughening the punishment for unauthorized logging of field-protective plantings with full compensation for the damage caused, because, in the conditions of a steady trend of desertification, their climate-forming, environment-forming, water-regulating, water-protective, soil-protective, anti-erosion and soil-protective role can hardly be overestimated.

**Keywords:** foothill Crimea, forest protection belt, honey trout, ecological conditions of growth, taxation indicators of forest stand.

### References

1. Mishnev V. G., Tsyplakov N. I. On the importance and condition of field-protective afforestation in the Crimea, *Ecosystems of the Crimea, their optimization and protection*, **11**, 12 (2001).
2. Bagrova L. A., Garkusha L. Ya. Artificial planted forests in the Crimea, *Ecosystems, their optimization and protection*, **20**, 134 (2009).
3. Kobechinskaya V. G., Yarosh O. B. Experience of afforestation in the Crimea: from the past to the present, *Bull. "Use and protection of natural resources in Russia"*, **2**, 22 (2017).
4. Agaponov N. N., Kovalsky A. I. *Guide to the objects of forest amelioration of the mountainous Crimea*, 142 p. (Simferopol, 2004).
5. Polyakov A. F., Plugotar Yu. V. *Forest formations of the Crimea and their ecological role*, 405 (Kharkov: New word, 2009).
6. Shmarina Ya. G., Ryaskova K. A. Stimulation of germination of seeds with a hard covering by acetone solution of various concentrations on the example of seeds of the gleditsya three-pod (*Gleditsia triacanthos* L.), *New Science: Problems and Prospects*, **7 (91)**, 4 (2016).
7. Dubenok N. N., Tanyukevich V. V., Tyurin S. V. Condition and ameliorative efficiency of shelterbelt afforestation of the Krasnodar Territory, *Russian Agricultural Science*, **1**, 36 (2017).

8. Klimov A. D., Kulik D. K. The reproductive capacity of introduced species of the genus *Gleditsia* L. in conditions of light chestnut soils, *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Integration of science and production – a strategy for sustainable development of the agro-industrial complex of Russia in the WTO"*, **3**, 307 (Volgograd: FGBOU VPO Volgograd State Agrarian University, 2013).
9. Edited by T. M. Brodovich., M. M. Brodovich, *Trees and shrubs of the west of the Ukrainian SSR*. Atlas, 182 (Lvov: Higher School, 1979).
10. Vakulyuk P. G., Samoplavsky V. I. *Afforestation and reforestation in Ukraine*: Monograph, 179. (Kharkov: Prapor, 2006).
11. Slavinskaya A. V., Ivashov A. V., Kobechinskaya V. G. [et al.] Enzymatic activity of soils taking into account the seasonal dynamics in the foothill zone of the Crimea, *KFU of the V. I. Vernadsky. Biology. Chemistry*, **7(73)**, 1, 169(2021).
12. Slavinskaya A. V., Kobechinskaya V. G., Ivashov A. V., Gritchyn M. V. Seasonal dynamics of carbon dioxide release ("soil respiration") in the foothill zone of Crimea, *KFU of the V. I. Vernadsky. Biology. Chemistry*, **8 (74)**, **1**, 177 (2022).
13. Anuchin N. P. *Forest inventory*, 512 (M.: Timber industry, 1982).
14. Melekhov I. S. *Forest science*, 406 (M.: Timber industry, 1980).
15. Rozhkov A. A. Assessment of forest sustainability and condition, *Forest Science*, **1**, 66 (2003).
16. Gustova A. I., Terekhina D. K. Estimation of hydro-physical characteristics of wood for substantiation of silvicultural care in protective afforestation, *The Agrarian Herald of the Urals*, **5(41)**, 55 (2007).
17. Alekseev V. A. Diagnostics of the vital state of trees and stands, *Forest Science*, **4**, 51 (1989).
18. Lakin G. F. *Biometry*, 352 (M: Nauka, 1990).
19. Boyko G. E., Gromenko V. M. Estimation of life state of Crimean pine (*Pinus pallasiana* D. Don) plantations in forest-park massif of Simferopol reservoir, *Ecosystem*, **8**, 63 (2016).
20. Boyko G. E., Gromenko V. M. *Assessment of taxation indices and life state of experimental forest cultures of Lebanese and Atlas cedars in Kessler forest tracts*, Actual problems of modern forestry. Second International Readings in Memory of G. F. Morozov, 82 (Simferopol: IT ARIAL, 2020).
21. Polyakov A. F., Plugotar Y. V. *Shelterbelt forests in the steppes of Crimea*, Scientific substantiation of the main directions of development of agroindustrial complex of the Crimea under market production, 281 (Simferopol: Tavriya, 2005).