

6. ЗАХИСТ ЛІСІВ І МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

UDC 630.453

V.L. MESHKOVA¹, Zh.I. BEREZHNEKO², O.M. KUKINA³

CRITICAL POPULATION DENSITY OF FOLIAGE BROWSING INSECTS IN PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR*) AND EUROPEAN ASH (*FRAXINUS EXCELSIOR*) IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE

Critical population density was evaluated for three foliage browsing insects: winter moth (*Operophtera brumata* L.: Lepidoptera, Geometridae), brown oak tortrix (*Archips crataegana* Hb.: Lepidoptera, Tortricidae) and fall webworm (*Hyphantria cunea* Drury: Lepidoptera, Arctiidae) in pedunculate oak (*Quercus robur*) and European ash (*Fraxinus excelsior*) of different sanitary condition.

At the same foliage dry mass contents, the critical population density of *H. cunea* is 7.7 and 8.8 less than those of *O. brumata* and *A. crataegana* respectively. At real foliage dry mass contents (43 and 35% for oak and ash respectively), the critical population density of all analyzed insects is 1.8 higher for oak, than for ash. Critical population density of foliage browsing insects for healthy tree is 1.25; 2.5 and 6.25 higher than for the trees of the Ist, IIIrd and IVth category of sanitary condition. Algorithm of practically use of given approach to predict the threat to the stands (expected defoliation, %) is described.

Key words: foliage browsing insects, feed rate, critical population density, foliage phytomass, sanitary condition of tress

Introduction. Foliage browsing insects cause defoliation which may be insensible for tree or bring to its decline [8]. The level of defoliation depends on insect species, its feed rate, population density and foliage mass [6, 13].

Critical population density is such population density of insects, which causes 100% defoliation of tree. Critical population density is evaluated by dividing foliage phytomass by feed rate. It is assumed that feed rate of foliage browsing larva from hatch to pupation is constant for each insect species, and variation of its mortality is ignored [4, 11]. Foliage phytomass depends on tree species, diameter and height as well as on region [12] and tree initial sanitary condition [8, 9].

Foliage phytomass of the main forest tree species is rather well studied for different natural zones [12]. Therefore it is possible to calculate the critical population density of foliage browsing insects in different regions.

In our previous publications we have presented such approach for prediction the foliage damage of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) by winter moth (*Operophtera brumata* L.: Lepidoptera, Geometridae)

[10] and other foliage browsing insects from families Tortricidae, Geometridae, Orgyidae, Arctiidae [9].

Albeit these insects prefer to consume oak foliage, they damage also other tree species, especially European ash (*Fraxinus excelsior* L.), which often grows together with oak in mixed stands and forest shelter belts [1-3] and is considerably deteriorated recently in many regions [5, 7, 14]. Ash foliage mass is considerably less than oak foliage mass for the trees of the same diameter and height, but ash foliage mass contains more water [12].

The aim of this research was to evaluate and to compare the critical population density of winter moth (*Operophtera brumata* L.: Lepidoptera, Geometridae), brown oak tortrix (*Archips crataegana* Hb.: Lepidoptera, Tortricidae) and fall webworm (*Hyphantria cunea* Drury: Lepidoptera, Arctiidae) in pedunculate oak and European ash of different sanitary condition in the Left-bank Forest-Steppe.

Objects and methods. Critical density of the 1st instar larvae of studied insect species (*O. brumata*, *A. crataegana* and *H. cunea*) per one tree was evaluated

¹ Valentyna L. MESHKOVA – full member of Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor habil. (agricultural sciences), professor, Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G.M. Vysotsky. Ukraine, Kharkiv. Tel.: +38(057)707-80-71. E-mail: Valentynameshkova@gmail.com

² Zhanna I. BEREZHNEKO – the Head of Department of biological plant protection, State Phytosanitary inspection of Kharkov region. Ukraine, Kharkiv. Tel.: +38050-983-57-91. E-mail: z.berezhnenko@rambler.ru

³ Olga M. KUKINA – PhD (agricultural sciences), senior researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G.M. Vysotsky. Ukraine, Kharkiv. Tel.: +38(057)707-80-27. E-mail: ol.kukina@gmail.com

using feed rate for one caterpillar for the whole time of its development [4] and foliage phytomass of studied tree species (pedunculate oak and European ash) of known diameter and height [12]. To evaluate critical population density respective phytomass was divided by feed rate.

Feed rate is usually expressed as fresh weight of consumed foliage [4], and foliage mass per tree is expressed as dry weight [12]. Therefore feed rate for studied species was recalculated for different dry mass contents (50% for oak and ash [10], 43% for oak and 35% for ash [12]).

It was also assumed, that foliage phytomass of weakened tree (the IInd category of sanitary condition) is 0.8 of phytomass of the healthy tree (the Ist category of sanitary condition). Phytomass of severely weakened tree (the IIIrd category of sanitary condition) and drying tree (the IVth category of sanitary condition) was assumed to be 0.4 and 0.16 of the healthy tree phytomass [8, 10].

All calculations and data comparison were carried out for tree with diameter 20 cm and height 20 m.

Results and discussion. It was evaluated [10], that foliage dry mass is 4.2 and 1.9 kg for oak and ash trees with diameter 20 cm and height 20 m respectively. If we assume, that at the same contents of dry mass in foliage (50%) the feed rate of larvae is the same in oak and ash, then critical population density is 2.2 higher for oak (Table 1).

Table 1

Critical population density of foliage browsing larvae for healthy (the Ist sanitary condition) oak and ash trees (d = 20 cm, h = 20 m) depending on dry mass contents in the foliage (foliage dry mass is 4.2 and 1.9 kg for oak and ash respectively [12])

Insect species	Feed rate (g of dry mass) at dry mass contents, %			
	50	50	43	35
	oak	ash	oak	ash
<i>Archips crataegana</i>	0.28	0.28	0.24	0.19
<i>Operophtera brumata</i>	0.32	0.32	0.28	0.22
<i>Hyphantria cunea</i>	2.46	2.46	2.12	1.72
Critical population density, larvae per tree				
<i>Archips crataegana</i>	15000.0	6785.7	17759.0	9870.1
<i>Operophtera brumata</i>	13125.0	5937.5	15261.6	8482.1
<i>Hyphantria cunea</i>	1707.3	772.4	1985.3	1103.4

It was calculated [12], that ash leaf is more humid than oak leaf, because a dry mass content is 43 and 35% for oak and ash leaf respectively. Therefore the feed rate of *H. cunea* is 7.7 and 8.8 higher than those of *O. brumata* and *A. crataegana* respectively (see Table 1). At the same time, larva consumes more foliage, if it contains less water [6]. Therefore at the same dry mass contents, the critical population density of *H. cunea* is 7.7 and 8.8 less than those of *O. brumata* and *A. crataegana* respectively, and critical density of all analyzed insects is 1.8 higher for oak, than for ash.

Critical population density of studied foliage browsing insects was recalculated taking into account relations between initial foliage mass of tree and its sanitary condition (Table 2). Presented data show, that population density of larvae to consume 100% foliage of the healthy tree is 1.25; 2.5 and 6.25 higher than for the trees of the IInd, IIIrd and IVth category of sanitary condition.

Table 2

Critical population density of foliage browsing insects (thousands of the Ist instar larvae per one tree) in oak and ash trees of different sanitary condition (d = 20 cm, h = 20 m) (dry mass contents in foliage is 43 and 35% for oak and ash respectively [12])

Insect species	Category of oak sanitary condition				Category of ash sanitary condition			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<i>Archips crataegana</i>	17.8	14.2	7.1	2.8	9.9	7.9	3.9	1.6
<i>Operophtera brumata</i>	15.3	12.2	6.1	2.4	8.5	6.8	3.4	1.4
<i>Hyphantria cunea</i>	2.0	1.6	0.8	0.3	1.1	0.9	0.4	0.2

Therefore it is necessary to inspect at least 100 trees for category of sanitary condition, to calculate the weighted index of sanitary condition for stand (rounded to the nearest integer), and then to select the critical population density from respective table, taking into account mean diameter and height of tree.

If we know critical population density, we can calculate the number of the Ist instar larvae per one tree of given diameter and height, which can cause 10, 20, ..., 90, 100% defoliation for each category of sanitary condition. Respective examples are shown in the Tables 3 and 4.

Table 3

Number of the Ist instar larvae (thousands of individuals per one tree of the Ist sanitary condition, d = 20 cm, h = 20 m), which cause 10, 20, ..., 90, 100% defoliation (dry mass contents in foliage is 43 and 35% for oak and ash respectively [12])

Insect species	Number of larvae (thousands of individuals per one tree), which cause defoliation, %										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
oak											
<i>Archips crataegana</i>	1.8	3.6	5.3	7.1	8.9	10.7	12.5	14.2	16.0	17.8	
<i>Operophtera brumata</i>	1.5	3.1	4.6	6.1	7.6	9.2	10.7	12.2	13.7	15.3	
<i>Hyphantria cunea</i>	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	

Continue tabl. 3

1	2	3	4	5	67	8	9	10	11	12
ash										
<i>Archips crataegana</i>	1.0	2.0	3.0	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9
<i>Operophtera brumata</i>	0.8	1.7	2.5	3.4	4.2	5.1	5.9	6.8	7.6	8.5
<i>Hyphantria cunea</i>	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1

For example, 50% defoliation of healthy oak (the Ist category of sanitary condition) with diameter 20 cm and height 20 m will be caused by 8.9, 7.6 and 1.0 thousand of the Ist instar larvae of *A. crataegana*, *O. brumata* and

H. cunea respectively. The same defoliation of ash of the same size and sanitary condition will be caused by 4.9, 4.2 and 0.6 thousand larvae of respective species (see Table 3).

Table 4

Number of the Ist instar larvae (thousands of per one tree of the IVth sanitary condition, d = 20 cm, h = 20 m), which cause 10, 20, ..., 90, 100% defoliation (dry mass contents in foliage is 43 and 35% for oak and ash respectively [12])

Insect species	Number of larvae (thousands of individuals per one tree), which cause defoliation, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
oak										
<i>Archips crataegana</i>	0.3	0.6	0.9	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.8
<i>Operophtera brumata</i>	0.2	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4
<i>Hyphantria cunea</i>	0.03	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
ash										
<i>Archips crataegana</i>	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6
<i>Operophtera brumata</i>	0.1	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.4
<i>Hyphantria cunea</i>	0.02	0.04	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

The same defoliation of drying oak (the IVth category of sanitary condition) will be caused by 1.4, 1.2 and 0.2 thousand of *A. crataegana*, *O. brumata* and *H. cunea* larvae respectively. The same defoliation of drying ash of the same size and sanitary condition will be caused by 0.8, 0.7 and 0.1 thousand larvae of respective species (see Table 4).

To evaluate the threat to the stands (expected defoliation, x%) at given population density we must assess the population density [12, 13] and to recalculate it per one tree (let it be *n* larvae). Then to take critical population density (*N*) from the table, which contains the data for given tree species, diameter, height and sanitary condition and calculate $x = 100 * n / N$.

For example, we assessed 800 larvae of *O. brumata* per tree with diameter 20 cm and height 20 m. Then, using Table 3 and 4 we calculate expected defoliation:

- for oak of the Ist sanitary condition – $100 * 800 / 15300 = 5.2\%$;
- for oak of the IVth sanitary condition – $100 * 800 / 2400 = 33.3\%$;
- for ash of the Ist sanitary condition – $100 * 800 / 8500 = 9.4\%$;
- for ash of the IVth sanitary condition – $100 * 800 / 1400 = 57.1\%$.

So at the same population number only drying ash stand will be damaged considerably (over 50%).

Conclusions.

1. Feed rate of *H. cunea* is 7.7 and 8.8 higher than those of *O. brumata* and *A. crataegana* respectively. At the same foliage dry mass contents, the critical

population density of *H. cunea* is 7.7 and 8.8 less than those of *O. brumata* and *A. crataegana* respectively. At real foliage dry mass contents, critical density of all analyzed insects is 1.8 higher for oak, than for ash.

2. Critical population density of any foliage browsing insect for healthy tree is 1.25; 2.5 and 6.25 higher than for the trees of the IInd, IIIrd and IVth category of sanitary condition.

3. Therefore it is necessary to inspect at least 100 trees for category of sanitary condition, to calculate the weighted index of sanitary condition for stand (rounded to the nearest integer), and then to select the critical population density from respective table, taking into account mean diameter and height of tree.

4. Using critical population density, the number of the Ist instar larvae per one tree of given diameter and height, which can cause 10, 20, ..., 90, 100% defoliation for each category of sanitary condition are calculated.

5. The threat to the stands (expected defoliation, x%) must be calculated using assessed population number per one tree (*n*) and critical population density (*N*) for given tree species, diameter, height and sanitary condition as $x = 100 * n / N$.

REFERENCES

1. Байдик Г.В. Комахи-шкідники листя дуба у позахисних лісових смугах ННВЦ «Дослідне поле» ХНАУ ім. В. В. Докучаєва / Г.В. Байдик, Ж.І. Бережненко // Вісник Харківського національ-

ного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». – 2013. – № 10. – С. 22-28.

2. Бережненко Ж.І. Методичні підходи до вивчення видового складу та ролі комах-листогризів у лісових смугах Харківщини / Матеріали міжнарод. наук.-практ. конф., присвяч. 80-річчю з дня заснування факультету захисту рослин ХНАУ ім. В. В. Докучаєва [Харків, 14 вересня 2012 р.] // Ж.І. Бережненко. – Харків: ХНАУ, 2012. – С. 19-21.

3. Бережненко Ж.І. Трофічні зв'язки листогризів з ряду лускокрилі (Lepidoptera) у позахисних лісових смугах лівобережного Лісостепу України / Ж.І. Бережненко // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». – 2014. – № 1-2. – С. 15-22.

4. Голубев А.В. Математические методы в лесозащите (учет, прогноз, принятие решений) / Голубев А.В., Инсаров Г.Э., Страхов В.В. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 101 с.

5. Мешкова В.Л. Насекомые и возбудители болезней ясеня на востоке Украины / Материалы Международ. науч.-практ. конф. «Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития» [Гомель, 9-11 октября 2013 г.] // В.Л. Мешкова, Е.В. Давиденко. – Гомель: Ин-т леса НАН Белоруси, 2013. – С. 96-100.

6. Мешкова В.Л. Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых / Мешкова В.Л. – Харьков: Новое слово, 2009. – 396 с.

7. Мешкова В. Л. Комахи-листогризи на ясені (*Fraxinus* sp.) у зелених насадженнях Харківщини / Матеріали міжнарод. наук. конф. студ., аспірантів і молодих учених «Захист рослин у XXI ст.: проблеми та перспективи розвитку» // В.Л. Мешкова, К.В. Давиденко, Ж.І. Бережненко. – Харків: ХНАУ, 2013. – С. 71-74.

8. Мешкова В.Л. Підходи до оцінювання шкідливості комах-хвоелистогризів / В.Л. Мешкова // Український ентомологічний журнал. – 2013. – №1(6). – С. 79-89.

9. Мешкова В.Л. Прогнозування інтенсивності пошкодження дубових насаджень комахами-листогризами у Лівобережному лісостепу / Матеріали наук. конф., присвяченої 150-річчю від дня народж. акад. Г.М. Висоцького, 90-річчю від дня народж. проф. П.С. Пастернака та 85-річчю від часу заснування Українського ордена «Знак Пошани» науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького «Лісівнича наука в контексті сталого розвитку» [Харків, 29-30 вересня 2015 р.] // В.Л. Мешкова, О.М. Кукіна, Ж.І. Бережненко. – Харків: УкрНДІЛГА, 2015. – С. 126-127.

10. Мешкова В.Л. Прогнозування інтенсивності пошкодження насаджень зимовим п'ядуном у Лівобережному Лісостепу / В.Л. Мешкова, О.М. Кукіна, Ж.І. Бережненко // Наук. вісник Національного ун-ту біоресурсів і природокористування України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво». – К.: ВЦ НУБіП України, 2015. – Вип. 219. – С. 176-181.

11. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / Под ред. А.И. Ильинского, И.В. Тропина. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 525 с.

12. Нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси дерев головних лісотвірних порід України / П.І. Лакида, Р.Д. Василишин, А.Г. Лашенко, А.Ю. Терентьев – К.: НУБіП, 2011. – 186 с.

13. Справочник по защите леса от вредителей и болезней / Г.А. Тимченко, И.Д. Авраменко, Н.М. Завада и др. – К.: Урожай, 1988. – 224 с.

14. Davydenko K. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback – situation in Europe and Ukraine / K. Davydenko, V. Meshkova // Лісове і садово-паркове господарство (електронне наукове видання). – 2014. – №5. Режим доступу до журналу: <http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-5/ukr/davydenko-k/>.

В.Л. Мешкова, Ж.І. Бережненко, О.М. Кукіна

КРИТИЧНА ЩІЛЬНІСТЬ ПОПУЛЯЦІЙ КОМАХ-ЛИСТОГРИЗІВ НА ДУБИ ЗВИЧАЙНОМУ (*QUERCUS ROBUR*) ТА ЯСЕНІ ЗВИЧАЙНОМУ (*FRAXINUS EXCELSIOR*) У ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Рівень пошкодження дерев комахами-листогризами залежить від виду шкідника, його кормової норми, щільності популяцій і маси листя на дереві.

Критичною називається щільність популяції комах, за якої пошкоджується 100% маси листя на дереві. Її визначають діленням маси листя на дереві на кормову норму личинок. Маса листя залежить від кормової породи, діаметра й висоти дерева, а також від регіону та початкового санітарного стану дерева. Раніше ми описали подібний підхід до прогнозування пошкодження листя дуба звичайного (*Quercus robur* L.) комахами з родин Tortricidae, Geometridae, Orgyidae, Arctiidae. Ці комахи пошкоджують також інші види дерев, зокрема ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), який часто росте разом із дубом у лісах і лісових смугах.

Метою цього дослідження було оцінити й порівняти критичну щільність популяцій зимового п'ядуна (*Operophtera brumata* L.: Lepidoptera, Geometridae), глодової листовійки (*Archips crataegana* Hb.: Lepidoptera, Tortricidae) та американського білого метелика (*Hypphantria cunea* Drury: Lepidoptera, Arctiidae) на дубі звичайному (*Quercus robur*) та ясені звичайному (*Fraxinus excelsior*) різного санітарного стану.

Критичну щільність личинок 1-го віку досліджуваних видів комах на одному дереві оцінювали шляхом ділення маси листя дерев заданих висоти (20 м) та діаметра (20 см) на кормову норму.

Оскільки кормову норму виражають у свіжій масі споживаного листя, а масу листя на дереві – у сухій масі, розрахунки здійснювали для різних варіантів вмісту сухої маси в листі (50% – для дуба та ясеня, 43% – для дуба та 35% – для ясеня). Припустили, що маса листя дерев II, III і IV категорій санітарного стану становить 0,8; 0,4 і 0,16 від фітомаси листя дерева I категорії санітарного стану.

За однакового вмісту сухої маси листя критична щільність популяції *H. cunea* у 7,7 та 8,8 разу менша, ніж *O. brumata* та *A. crataegana* відповідно. За фактичного вмісту сухої маси у листі (43 та 35% для дуба та ясеня відповідно) критична щільність популяцій усіх проаналізованих комах у 1,8 разу більша для дуба, ніж для ясеня. Критична щільність популяцій комах-листогризів на здоровому дереві у 1,25; 2,5 і 6,25 разу більша, ніж на деревах II, III і IV категорій санітарного стану. Описано алгоритм практичного застосування цього підходу для прогнозування загрози для насаджень (очікуваної дефоліації, %).

Ключові слова: комахи-листогризи, кормова норма, критична щільність популяції, фітомаса листя, санітарний стан дерев

В.Л. Мешкова, Ж.И. Бережненко, О.Н. Кукина

КРИТИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ НА ДУБЕ ЧЕРЕШЧАТОМ (*QUERCUS ROBUR*) И ЯСЕНЕ ОБЫКНОВЕННОМ (*FRAXINUS EXCELSIOR*) В ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Уровень повреждения деревьев листогрызущими насекомыми зависит от вида вредителя, его кормовой нормы, плотности популяций и массы листы на дереве. Критической называется плотность популяции насекомых, при которой повреждается 100% массы листы на дереве. Её определяют путем деления массы листы на дереве на кормовую норму личинок. Масса листы зависит от кормовой породы, диаметра и высоты дерева, а также от региона и исходного санитарного состояния дерева. Ранее мы описали подобный подход к прогнозированию повреждения листы дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) насекомыми из семейств Tortricidae, Geometridae, Orgyidae, Arctiidae. Эти насекомые также повреждают другие виды де-

ревьев, в частности, ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), который часто произрастает вместе с дубом в лесах и лесных полосах.

Целью данного исследования было оценить и сравнить критическую плотность популяций зимней пяденицы (*Operophtera brumata* L.: Lepidoptera, Geometridae), боярышниковой листовертки (*Archips crataegana* Hb.: Lepidoptera, Tortricidae) и американской белой бабочки (*Hyphantria cunea* Drury: Lepidoptera, Arctiidae) на дубе черешчатом и ясене обыкновенном разного санитарного состояния.

Критическую плотность личинок 1-го возраста исследованных видов насекомых на одном дереве оценивали путем деления массы листы деревьев заданных высоты (20 м) и диаметра (20 см) на кормовую норму.

Поскольку кормовую норму выражают в свежей массе потребленной листы, а массу листы на дереве – в сухой массе, расчеты производили для разных вариантов содержания сухой массы в листе (50% – для дуба и ясеня, 43% – для дуба и 35% – для ясеня). Допускали, что масса листы деревьев II, III и IV категории санитарного состояния составляет 0,8; 0,4 и 0,16 от массы листы дерева I категории санитарного состояния.

При одинаковом содержании сухой массы листы критическая плотность популяции *H. cunea* в 7,7 и 8,8 раз меньше, чем *O. brumata* и *A. crataegana* соответственно. При фактическом содержании сухой массы в листы (43 и 35% для дуба и ясеня соответственно) критическая плотность популяций всех проанализированных насекомых в 1,8 раза выше для дуба, чем для ясеня. Критическая плотность популяций листогрызущих насекомых на здоровом дереве в 1,25; 2,5 и 6,25 раза выше, чем на деревьях II, III и IV категории санитарного состояния. Описан алгоритм практического применения данного подхода для прогнозирования угрозы для насаждений (ожидаемой дефоляции, %).

Ключевые слова: листогрызущие насекомые, кормовая норма, критическая плотность популяции, фитомасса листы, санитарное состояние деревьев