

УДК 574.5;572.1/.4

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) В УСЛОВИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

© К.З. Аминева, Р.В. Уразгильдин, Г.А. Зайцев, Д.А. Яшин, А.В. Денисова

Впервые для Башкирского Предуралья получены количественные данные, характеризующие состояние корневых систем дуба черешчатого в условиях нефтехимического загрязнения. Показана экологическая видоспецифичность дуба к усилению промышленного загрязнения.

Ключевые слова: дуб черешчатый, корневые системы, промышленное загрязнение, адаптация.

По вопросу влияния техногенного загрязнения на формирование корневых систем следует отметить определенную противоречивость имеющихся сведений. Имеются данные об отрицательном влиянии данного фактора на подземные органы растений [1]. В то же время исследования корневых систем клена остролистного, сосны обыкновенной, лиственницы Сукачева, липы сердцевидной, березы повислой в условиях нефтехимического загрязнения Предуралья показали факт увеличения общей корненасыщенности почвы в насаждениях указанных видов. При этом у лиственницы и клена при усилении степени загрязнения происходит увеличение доли всех фракций корней, у липы и березы увеличивается доля поглощающих и проводящих корней, но уменьшается доля скелетных корней, а у сосны уменьшается доля поглощающих корней, но увеличивается доля проводящих и скелетных корней. Эти изменения рассматриваются в качестве видоспецифических адаптивных механизмов компенсации повреждений надземных вегетативных органов под влиянием токсикантов [2–6], однако отсутствует информация об особенностях формирования корневых систем дуба че-

решчатого. В связи с этим целью работы было изучение особенностей формирования и адаптационных реакций корневой системы дуба черешчатого в условиях нефтехимического загрязнения (на примере Уфимского промышленного центра).

Материал и методы исследований.

Объектом исследований служили естественные древостои дуба черешчатого, произрастающие в пределах административных границ г. Уфы. Район исследований условно разделен на зону сильного, слабого загрязнения и условный контроль. Для исследования взяты средневозрастные древостои. При отборе корневых систем использовали монолиты размером 20×20 см объемом 4 000 см³ (высота монолита 10 см). В каждой траншее закладывалось по 10 почвенных столбов. Отмывка корней водой проводилась на ситах с диаметром ячеек 0,25 мм. После отмывки корней производили их разделение на фракции. В исследованиях использовали дробность фракций, предложенную И.Н. Рахтеенко: до 1 мм – поглощающие, 1–3 мм – проводящие, более 3 мм – скелетные [7]. Вес корней определялся в воздушно-сухом состоянии на электрон-

АМИНЕВА Клара Забировна, Институт биологии УНЦ РАН, e-mail: klara-29@mail.

УРАЗГИЛЬДИН Руслан Вилисович – к.б.н., Институт биологии УНЦ РАН, e-mail: urv@anrb.ru

ЗАЙЦЕВ Глеб Анатольевич – д.б.н., Институт биологии УНЦ РАН, e-mail: smu@anrb.ru

ЯШИН Дмитрий Александрович, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, e-mail: dimb000@mail.ru

ДЕНИСОВА Ангелина Владимировна – к.б.н., негосударственное образовательное учреждение средняя школа «Альфа», e-mail: alfaufa@bk.ru

ных лабораторных весах ВЛТЭ-150 с точностью до 0,001 г (Госметр, Россия). Корненасыщенность определяли на единицу площади горизонтальной поверхности ($\text{г}/\text{м}^2$). Для оценки равномерности распределения корневых систем по почвенному профилю рассчитан коэффициент, предложенный Р.А. Сейдафаровым [5].

Результаты и обсуждение. Исследования показали (рис. 1), что общая корненасыщенность метрового слоя почвы в насаждениях дуба черешчатого при усилении загрязнения значительно увеличивается с 250,68 (контроль) до 2730,48 $\text{г}/\text{м}^2$ (зона сильного загрязнения). Максимальная корненасыщенность почвы в условиях сильного загрязнения отмечается на глубине 10–20 и 20–30 см (638,68 и 690,28 $\text{г}/\text{м}^2$, 39% всей массы корней), в условиях слабого загрязнения – на горизонте 30–40 см (234,96 $\text{г}/\text{м}^2$, 7% всей массы корней), в условиях контроля – на глубине 40–50 см (56,52 $\text{г}/\text{м}^2$, 2% всей массы корней).

Максимальная насыщенность почвы поглощающими корнями (рис. 2) во всех зонах наблюдается в слое почвы 0–20 см. Ниже по профилю их масса распределяется практически равномерно и колеблется в пределах 0,4–4,0 $\text{г}/\text{м}^2$. В целом во всех зонах загрязнения и контроле отмечается нормальное закономерное распределение поглощающих корней по почвенному профилю: основная масса располагается в верхних слоях и постепенно уменьшается по мере углубления. При усилении степени загрязнения наблюдается значительное и достоверное снижение массы поглощающих корней в верхних слоях почвенного профиля. Строгой закономерности влияния увеличения загрязнения на распределение поглощающих корней в остальных слоях почвенного профиля не наблюдается.

Максимум насыщенности почвы проводящими корнями (рис. 3) отмечается на глубине 0–20 см. Наблюдается неравномерность распределения проводящих корней в слоях ниже 20 см, но в целом прослеживается об-

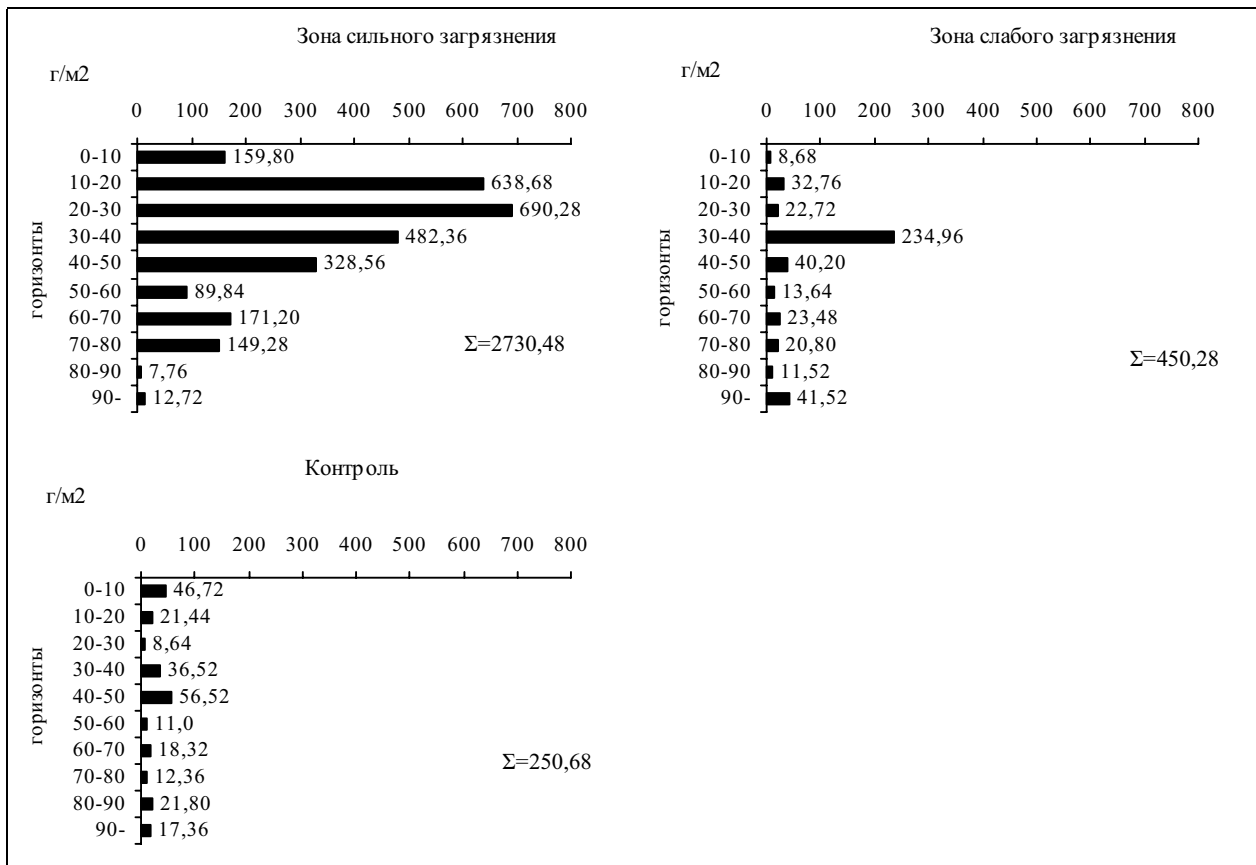


Рис. 1. Общая масса корней всех диаметров ($\text{г}/\text{м}^2$) дуба черешчатого в условиях Уфимского промышленного центра

щая тенденция уменьшения их массы по мере увеличения глубины. При усилении степени загрязнения наблюдается увеличение массы проводящих корней в верхнем 0–10 см слое почвы (от 3,04 до 5,76 г/м²). В остальных слоях при небольшом варьировании отмечается незначительное увеличение их массы.

Максимальная корненасыщенность почвы скелетными корнями (рис. 4) в зоне сильного загрязнения располагается в слоях 10–40 см, в зоне слабого загрязнения – 30–40 см, в контроле – 30–50 см. Таким образом, для скелетных корней характерно «поднятие» уровня максимальной корненасыщенности с усилением степени загрязнения. Нормальное распределение скелетных корней по почвенному профилю наблюдается только в зоне сильного загрязнения, где максимальная корненасыщенность сосредоточена в слое 10–40 см, и постепенный спад до слоя 90–100 см. В зоне слабого загрязнения и контроле по всему профилю наблюдается практически одинаковая, с не-

большими вариациями, насыщенность скелетными корнями с единственными пиками резкого увеличения на глубине 30–40 см (зона слабого загрязнения) и 30–50 см (контроль).

Установлено (рис. 5), что в условиях сильного загрязнения наблюдается наиболее равномерное распределение корней в почвенном профиле (коэффициент равномерности всех фракций варьирует в пределах 4–5%). Наиболее неравномерное распределение корней в почве наблюдается в условиях слабого загрязнения. При рассмотрении фракционного состава во всех зонах наиболее равномерно в метровом слое почвы распределяются поглощающие и проводящие корни.

Таким образом, у корневых систем дуба при изменении степени загрязнения проявляется такая же реакция, как и у сосны обыкновенной: при усилении степени загрязнения увеличивается общая корненасыщенность почвы, но при рассмотрении фракционного состава наблюдается увеличение доли прово-

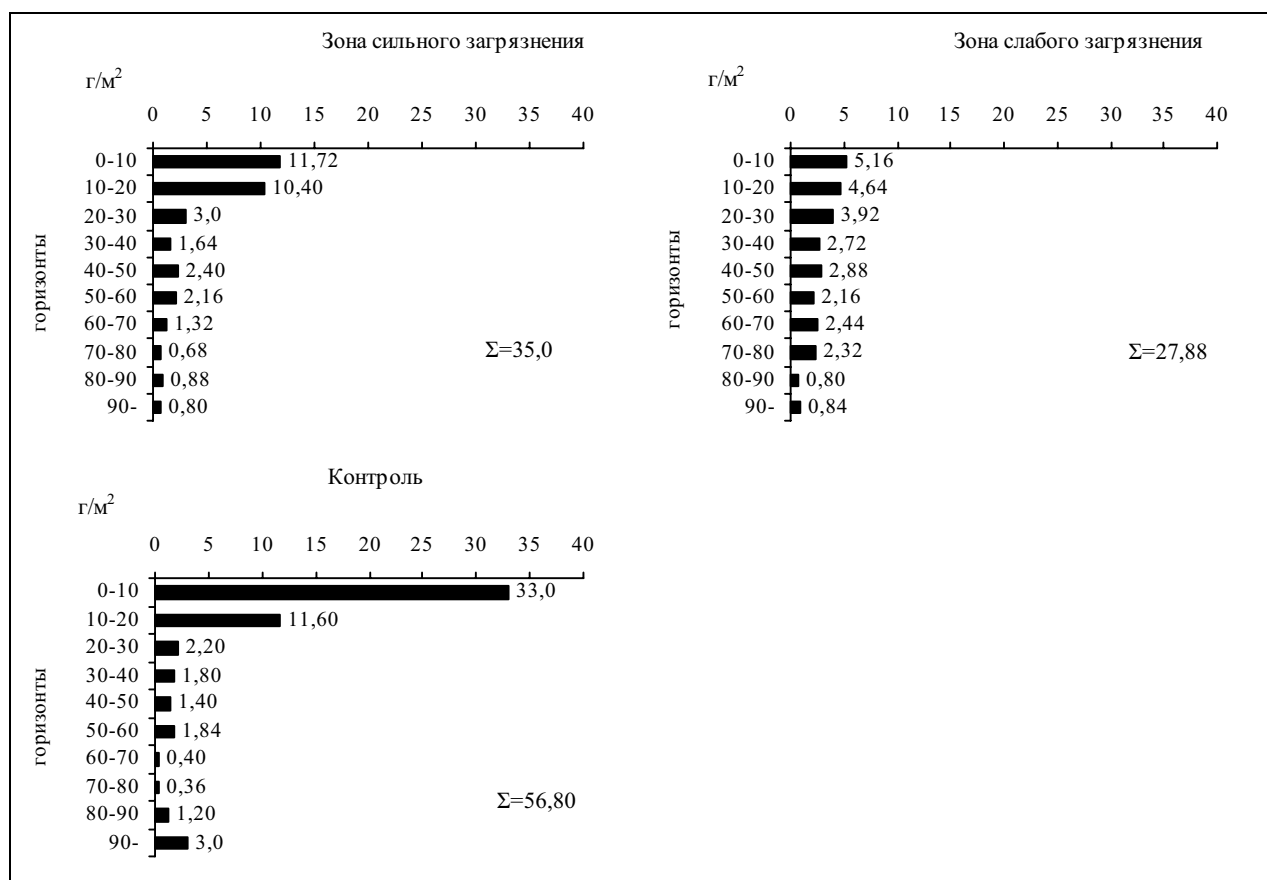


Рис. 2. Масса поглощающих корней (г/м²) дуба черешчатого в условиях Уфимского промышленного центра

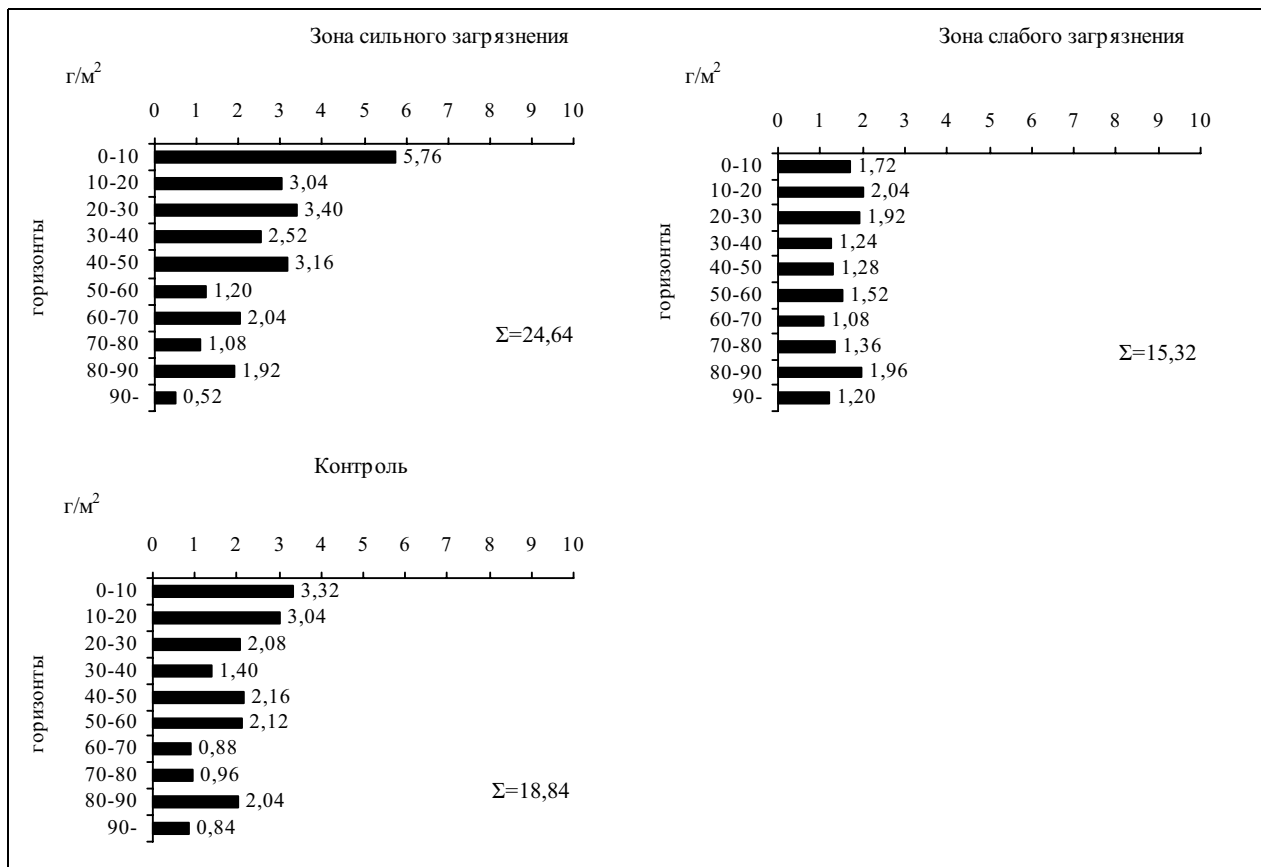


Рис. 3. Масса проводящих корней (г/м²) дуба черешчатого в условиях Уфимского промышленного центра

дующих и скелетных корней и уменьшение доли поглощающих корней. Увеличение корненасыщенности является адаптивным механизмом компенсации повреждений надземных вегетативных органов под влиянием токсикантов. В целом промышленное загрязнение с преобладанием углеводородной составляющей как у дуба черешчатого, так и у других рассмотренных древесных видов, вызывает увеличение общей корненасыщенности почвы, видоспецифические различия проявляются в реакциях различных фракций корней на усиление степени загрязнения. Еще одна видоспецифическая особенность корневых систем дуба проявляется в том, что во всех рассматриваемых условиях общая корненасыщенность почвы полускелетными корнями в 1,5–3 раза меньше, чем поглощающими. Это нарушение развития корневой системы может рассматриваться как адаптивная реакция, направленная на уменьшение поступления токсикантов через корни. Ранее было по-

казано [5], что усиление степени загрязнения сопровождается уменьшением равномерности распределения корневых систем липы мелколистной по почвенному профилю. В противоположность липе у дуба усиление загрязнения сопровождается увеличением равномерности распределения корневых систем по почвенному профилю, причем наиболее равномерно в метровом слое почвы распределяются поглощающие и проводящие корни. Рассмотренные адаптивные реакции позволяют говорить о значительном адаптивном потенциале корневых систем дуба черешчатого к техногенному загрязнению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярмишко В.Т. Корневая система как индикатор техногенного загрязнения // Ботанический журнал. 1987. № 3. С. 340–346.
2. Васильева К.А. Эколого-биологические особенности клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в

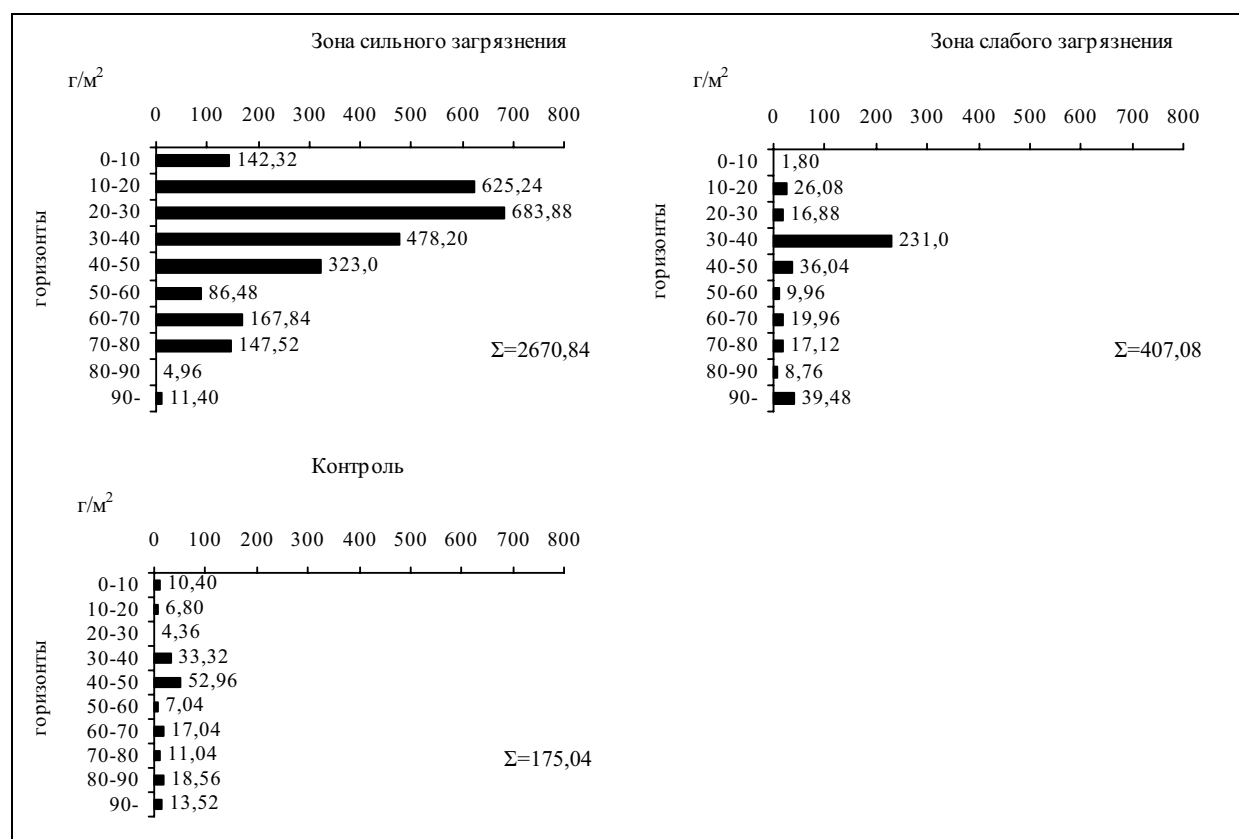


Рис. 4. Масса скелетных корней (г/м²) дуба черешчатого в условиях Уфимского промышленного центра

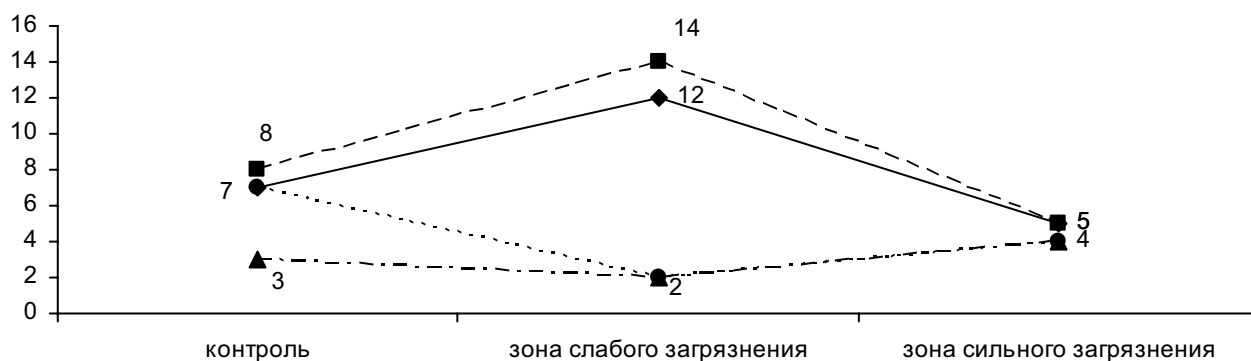


Рис. 5. Значение коэффициента равномерности распределения в почве корней дуба черешчатого (%) в условиях Уфимского промышленного центра. Условные обозначения: —◆— — общая корненасыщенность, -.-○-.- — поглощающие корни, -.-▲-.- — проводящие корни, -.-■-.- — скелетные корни

условиях техногенного загрязнения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2011. 22 с.

3. Зайцев Г.А. Адаптация корневых систем хвойных древесных растений к экстремальным лесорастительным условиям: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тольятти, 2008. 39 с.

4. Кулагин Ю.З. Особенности распространения лиственницы Сукачева на Южном Урале // Научная конференция, посвященная 50-летию Башкирской АССР: реф. докл. Уфа, 1969. С. 132–133.

5. Сейдафаров Р.А. Дендрохронологическая характеристика липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill) в условиях техногенного загрязнения (на примере Уфимского промышленного центра): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2009. 24 с.

6. Яшин Д.А., Зайцев Г.А., Зиятдинова К.З., Уразгильдин Р.В. Особенности строения корневых систем березы повислой в условиях нефтехимического загрязнения // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14, № 1(6). С. 1581–1583.

7. Рахтеенко И.Н., Якушев Б.И. Комплексный метод исследования корневых систем растений // Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы: Мат-лы международного симпозиума. Л.: Наука, 1968. С. 174–178.



PECULIARITIES OF THE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) ROOT FORMATION UNDER PETROCHEMICAL POLLUTION

© **K.Z. Amineva, R.V. Urazgildin, G.A. Zaitsev, D.A. Yashin, A.V. Denisova**

For the first time in the Bashkir Pre-Urals we have obtained quantitative data on the state of the oak root system under petrochemical pollution. The ecological specificity of the oak species is shown with respect to increasing industrial pollution.

Key words: oak, root systems, industrial pollution, adaptation.