

### ИЗУЧЕНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ СРЕЗА (НА ПРИМЕРЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ)

*Изучены особенности формирования корневых систем липы мелколистной методом среза в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра.*

*Показано, что метод среза позволяет проследить лишь общие особенности расположения корней по профилю почвы и не может быть рекомендован для детального изучения корневых систем.*

**Ключевые слова:** корневые системы, метод среза, скелетные корни, полускелетные корни, поглощающие корни, фракционный состав корневой системы.

R.A. Seydafarov

### THE STUDY OF ARBOREAL PLANT ROOT SYSTEMS BY CUTTING METHOD (ON THE EXAMPLE THE TILLET (TILIA CORDATA) ROOT SYSTEMS)

*The peculiarities of the tillet (Tilia cordata) root system formation by the method of cutting in the conditions of Ufa industrial center petrochemical pollution are studied.*

*It is shown that the method of cutting allows to trace only general peculiarities of the root disposition in the soil profile, and cannot be recommended for the detailed root system study.*

**Key words:** root systems, method of cutting, skeletal roots, semi-skeletal roots, absorbing roots, root system fractional composition.

**Введение.** В индустриальной дендрэкологии для изучения особенностей формирования и строения корневых систем древесных растений применяют три метода количественного учета: бура, срез и монолиты [3]. Метод монолитов (раскопка почвенных траншей, последующее извлечение моноблоков почвы с корнями объемом 1000 см<sup>3</sup> в количестве не менее 100 шт. с последующей отмывкой корней, определением длины и массы корней) является наиболее точным, активно используется для характеристики подземных вегетативных органов [8]. Однако избыточная трудоемкость не позволяет использовать данный метод при необходимости быстрого получения результатов. Соответственно, актуальным является вопрос о целесообразности использования двух других методов, в частности метода среза, при исследовании корневых систем.

Ранее методом монолитов были получены количественные данные, характеризующие особенности формирования корневых систем липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) приспевающего (31–40 лет) возраста в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра. Было установлено, что при усилении промышленного загрязнения происходит увеличение корненасыщенности почвы, а также – изменение фракционного состава корневой системы. Последнее выражается в увеличении доли поглощающих (менее 1 мм в диаметре) и скелетных (более 3 мм в диаметре) корней на фоне уменьшения процентного содержания полускелетных (от 1 до 3 мм в диаметре) корней [6].

Соответственно, при оценке эффективности использования метода среза принципиальным является вопрос о соответствии результатов, полученных методом среза, результатам, полученным при использовании метода монолитов. В качестве объектов исследования, руководствуясь полученными ранее данными, были выбраны насаждения липы мелколистной приспевающего возраста.

**Цель исследования** – изучить особенности формирования корневых систем липы мелколистной в условиях промышленного загрязнения методом почвенного среза.

**Материал и методы исследований.** Районом исследования служил Уфимский промышленный центр (УПЦ). Уфимский промышленный центр относится к крупным промышленным конгломератам Предуралья, где имеет место смешанный тип загрязнения окружающей среды со значительной долей углеводородной составляющей [2]. В северной части района исследования преобладают серые лесные и темно-серые лесные почвы. Последние приурочены к выровненным поверхностям водоразделов. На склонах водоразделов, на вершинах холмов располагаются темно-серые лесные остаточнокarbonатные почвы. В южной и юго-

западной частях встречаются преимущественно черноземы типичные и черноземы выщелоченные. В массивы черноземов иногда вклиниваются небольшими участками темно-серые лесные почвы. Материнские горные породы представлены делювием либо смешанной формой делювия и элювия. В речных долинах имеют место почвообразующие породы аллювиального и алювиально-делювиального происхождения [4].

В начале проведено рекогносцировочное обследование территории УПЦ [3]. Возраст деревьев определялся по общепринятым дендрохронологическим методикам [1]. Далее в древостоях липы мелколистной приспевающего возраста заложены пробные площади, расположенные в зоне сильного и слабого загрязнения и охватывающие как водораздельное плато, так и пойму. На нижерасположенном рисунке пунсонами обозначены районы локализации пробных площадей. Геоморфлогическая привязка пробных площадей (ПП) следующая: ПП № 1 и 3 – водораздельное плато, ПП № 2 и 4 – пойма (рис. 1). В последнем случае имеется в виду так называемая высокая пойма, которая не подвергается регулярному затоплению паводковыми водами.



Рис. 1. Район исследования и расположение пробных площадей

Закладка пробных площадей проводилась согласно стандартным и общепринятым методикам [3].

Изучение корневых систем проводилось на модельных деревьях, отобранных на основе первичных таксационных характеристик: высоты дерева, диаметра и объема ствола [7]. В каждой пробной площади было отобрано 4 модельных дерева, у которых изучались корневые системы методом среза.

Для изучения корневых систем липы мелколистной методом среза закладывались почвенные траншеи [3]. Траншеи закладывались перпендикулярно направлению роста горизонтальных корней на расстоянии 70 см от ствола, без учета сторон горизонта. Все почвенные разрезы имели одинаковые размеры 1,0x1,0 м.

Ближайшая к стволу дерева стенка почвенного разреза выравнивалась и делилась на квадраты 10х10 см при помощи веревок. Затем производился подсчет количества выходов корней на стенке почвенной траншеи (шт./м<sup>2</sup>). Корни делились на три фракции: поглощающие (менее 1 мм в диаметре), полускелетные (от 1 до 3 мм) и скелетные (более 3 мм) [5].

Полученные результаты обрабатывались общепринятыми статистическими методами с применением программы Excel 7.0.

**Результаты исследования.** Количественные данные, полученные методом почвенного среза, показывают, что невозможно однозначно оценить влияние усиления загрязнения и положения в рельефе на общую (суммарное количество выходов корней всех фракций) корненасыщенность почвы (рис. 2).

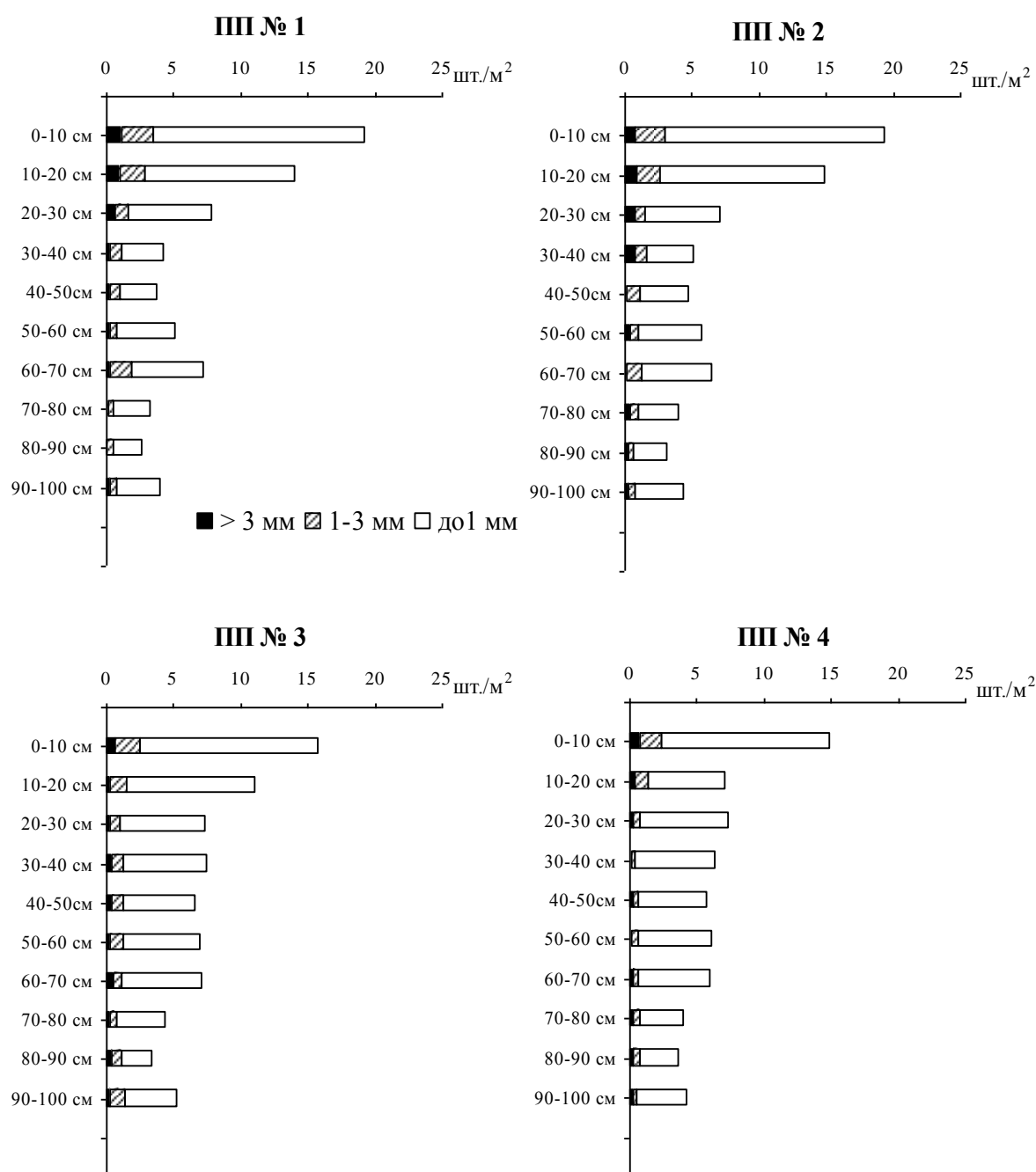


Рис. 2. Количество выходов корней липы мелколистной на стенке почвенных траншей в условиях Уфимского промышленного центра

В условиях водораздельного плато при увеличении техногенной нагрузки происходит незначительное снижение общего количества выходов корней на стенках почвенных траншей (711 шт/м<sup>2</sup> в зоне сильного загрязнения и 738 шт/м<sup>2</sup> в зоне слабого загрязнения). В условиях пойменного рельефа, напротив, наблюдается заметное увеличение анализируемого параметра при переходе от зоны слабого загрязнения к зоне сильного (749 и 650 шт/м<sup>2</sup> соответственно).

Таким образом, в зоне сильного загрязнения общая корненасыщенность почвы выше в пойме, а в зоне слабого – на водораздельном плато. При усилении загрязнения происходит увеличение разницы в количестве выходов корней на стенках почвенных траншей на плато и в пойме (рис. 3).

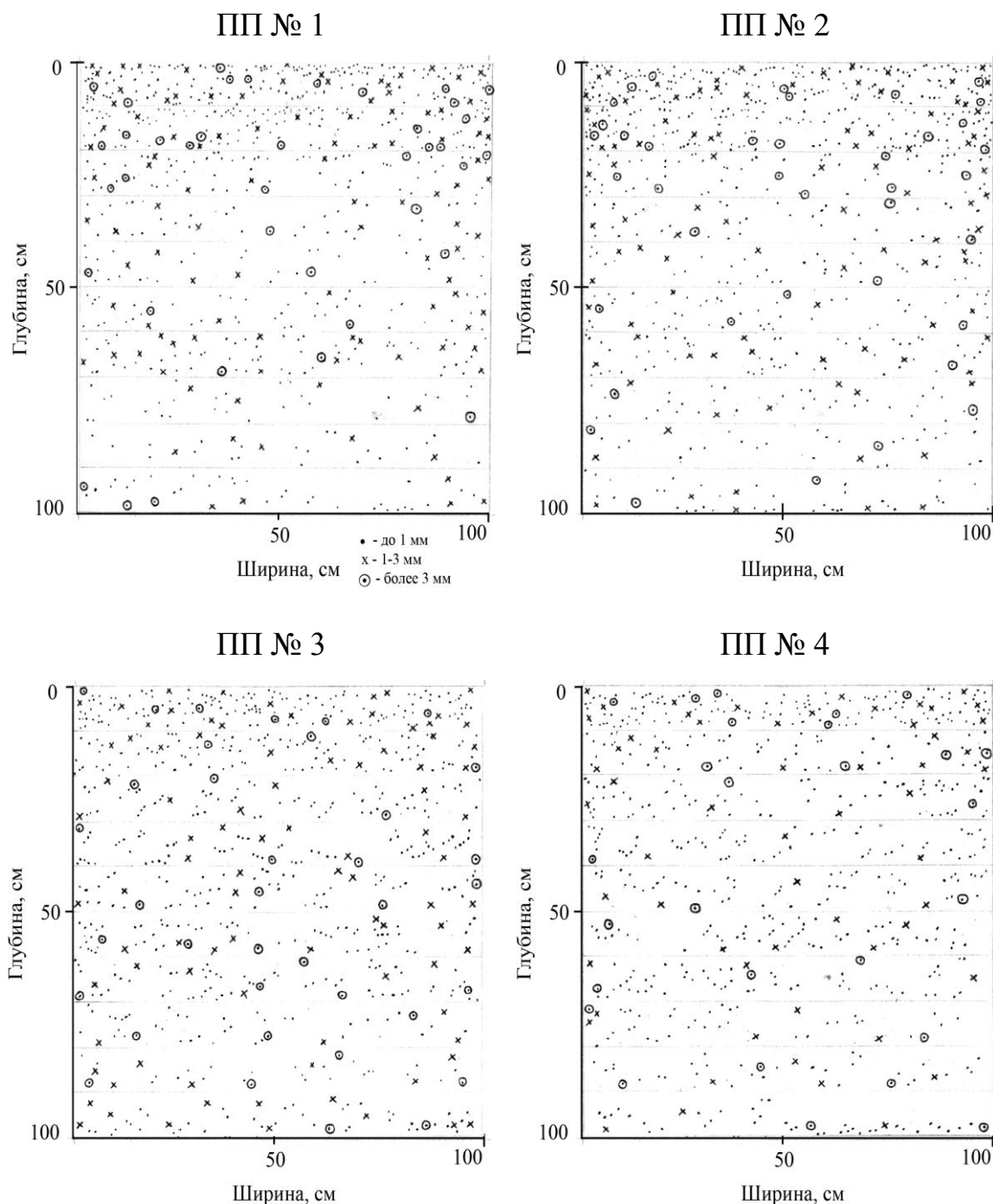


Рис. 3. Размещение горизонтальных корней липы мелколистной по профилю почвы в условиях Уфимского промышленного центра

Максимальное количество выходов корней (сумма всех фракций) вне зависимости от уровня загрязнения и положения в рельефе наблюдается в горизонте 0–10 см: ПП № 1 – 19,2 шт/м<sup>2</sup>; ПП № 2 – 18,5 шт/м<sup>2</sup>; ПП № 3 – 15,7 шт/м<sup>2</sup>; ПП № 4 – 14,8 шт/м<sup>2</sup>.

Основное количество выходов корней приурочено к двум верхним слоям почвы (0–20 см): ПП № 1 – 332 шт/м<sup>2</sup> (47,2 %); ПП № 2 – 333 шт/м<sup>2</sup> (45,6 %); ПП № 3 – 267 шт/м<sup>2</sup> (35,6 %); ПП № 4 – 218 шт/м<sup>2</sup> (33,5 %).

Сравнение насыщенности почвы корнями показывает, что в условиях максимального загрязнения насыщенность верхнего (0–30 см) слоя почвы корнями выше таковой зоны слабого загрязнения. В более глубоких слоях (30–100 см) имеет место противоположная ситуация. Загрязнение влияет на характер распределения корней по профилю почвы независимо от геоморфологических условий произрастания. На глубине 0–20 см коренасыщенность почвы в зоне сильного загрязнения заметно превосходит таковую зоны слабого. На указанной глубине прослеживаются основные различия в общем количестве выходов корней между зонами загрязнения (4,0–5,4 шт/м<sup>2</sup>). На остальных глубинах (20–100 см) различия не столь существенны (0,25–1,95 шт/м<sup>2</sup>).

Сравнительный анализ фракционного состава корней показывает, что водораздел зоны сильного загрязнения характеризуется по сравнению с таковым зоны слабого большей долей полускелетных (16,1 и 12,8 % соответственно) и меньшей – поглощающих (78,8 и 81,6 %) и скелетных (5,1 и 5,6 % корней). В пойме имеет место следующая картина: в зоне сильного загрязнения доля поглощающих корней меньше (80,1 и 86,9% по зонам загрязнения соответственно), а полускелетных (14,5 и 8,8 %) и скелетных (5,6 и 4,3%) – больше. В зоне сильного загрязнения при смене положения в рельефе с плато на пойму уменьшается доля полускелетных корней, а доля поглощающих и скелетных – увеличивается. В зоне слабого загрязнения при аналогичной смене положения в рельефе увеличивается доля поглощающих корней на фоне уменьшения процентного содержания полускелетных и скелетных корней.

**Обсуждение результатов исследования.** Ранее с использованием метода монолитов было установлено, что при усилении загрязнения имеет место увеличение массы и длины корней вне зависимости от геоморфологических условий произрастания. Данные же метода среза позволяют сделать подобный вывод только в условиях водораздельного плато. Также метод монолитов однозначно позволяет сделать вывод об увеличении доли поглощающих скелетных корней на фоне уменьшения таковой полускелетных. Данные метода среза часто противоречат этим особенностям: так, при усилении загрязнения в условиях водораздельного плато, согласно результатам, полученным данным методом, наблюдается увеличение доли полускелетных корней и уменьшение доли поглощающих и скелетных; в условиях пойменного рельефа увеличивается доля полускелетных и скелетных корней, а доля поглощающих – уменьшается.

Из всех исследованных фракций корневой системы липы мелколистной наибольшее количество совпадений при оценке влияния на нее уровня загрязнения наблюдается в отношении самых тонких, или поглощающих корней. Оба метода показывают большую, в сравнении с водораздельным плато, насыщенность почвы корнями данной фракции в пойме зоны сильного загрязнения и меньшую – в зоне слабого загрязнения.

Указанные противоречия, по-видимому, связаны с специфическим характером метода среза: производится подсчет только тех корней, которые располагаются в почве перпендикулярно к стволу или незначительно отклоняются от перпендикулярного направления роста. В то же время корни, расположенные параллельно стенке траншей, не попадают под подсчет количества выходов.

Таким образом, метод среза позволяет проследить лишь общий план строения корневой системы, но не детально ее охарактеризовать.

## **Выводы**

1. Невозможно сделать однозначный вывод о характере влияния фактора усиления загрязнения на общую коренасыщенность почвы: на водоразделе количество выходов корней на стенках почвенных траншей больше в зоне слабого загрязнения, в пойме имеет место противоположная ситуация.
2. Основное количество выходов корней всех фракций приурочено к верхним слоям почвы.
3. Наиболее чувствительны к комплексному влиянию изменения уровня загрязнения и местоположения в рельефе поглощающие, или сосущие, корни.
4. При усилении промышленного загрязнения происходит уменьшение удельной доли поглощающих, увеличение удельной доли полускелетных и скелетных корней.

5. Метод среза не может быть рекомендован в качестве основного метода изучения особенностей формирования корневых систем древесных растений.

### Литература

1. Ваганов Е.А. Роль и структура годичных колец хвойных. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 232 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2009 году. – Уфа: АДИ-Пресс, 2009. – 301 с.
3. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева, И.Ю. Баккал, В.В. Горшков [и др.]. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. – 240 с.
4. Почвы Башкортостана. Т.1: Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика / под ред. Ф.Х. Хазиева. – Уфа: Гилем, 1995. – 384 с.
5. Рахтеев И.Н. Корневые системы древесных и кустарниковых пород. – М.: Гослесбумиздат, 1952. – 106 с.
6. Сейдафаров Р.А., Уразгильдин Р.В., Зайцев Г.А. Корневые системы липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill) в условиях техногенеза // Аграрная Россия. – 2009. – С. 60-61.
7. Ушаков А.И. Лесная таксация и лесоустройство: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУЛ, 1997. – С. 54–55.
8. Ярмишко В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. – СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 1997. – 210 с.



УДК 633.14: 631.52

А.В. Сумина, В.И. Полонский

### ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ГЕНОТИПА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОГЛОЩЕНИЯ ВОДЫ, МАССЫ 1000 ЗЕРЕН И СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯЧМЕНЯ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

В работе описано влияние агроэкологических факторов, характерных для трех географических территорий, на поглощение воды зерном ячменя, содержание в нем белка и массу 1000 зерен у 24 образцов сибирской селекции.

**Ключевые слова:** зерно, ячмень, поглощение воды, бета-глюканы, содержание белка, масса 1000 зерен, генотип, географические условия.

A.V. Sumina, V.I. Polonskiy

### THE AGRO-CLIMATIC CONDITIONS AND THE GENOTYPE INFLUENCE ON THE WATER ABSORPTION INDICES, THE WEIGHT OF 1,000 GRAIN SEEDS AND THE PROTEIN CONTENT IN THE SIBERIAN SELECTION BARLEY GRAIN

The influence of agro-environmental factors specific to the three geographical areas on the barley water absorption, its protein content and the weight of 1,000 grain seeds of 24 Siberian selection samples is described in the article.

**Key words:** seed, barley, water absorption, beta-glucans, protein content, weight of 1,000 grain seeds, genotype, geographical conditions.

Как известно, в состав клеточных стенок эндосперма ячменя, овса и других зерновых культур входят специфические полисахариды, так называемые (1,3;1,4)-β-D-глюканы, которые способствуют снижению уровня холестерина и сахара в крови, уменьшают риск сердечно-сосудистых заболеваний и диабета, являются эффективными средствами в предотвращении и лечении ряда серьезных болезней человека, включая рак кишечника, помогают снижению избыточного веса, поддерживая чувство насыщения, укрепляют иммун-