

УДК 630.181.7:634.5

## **ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФИТОМАССЫ ОРЕХОВ ГРЕЦКОГО И ЧЕРНОГО**

Малышева З.Г. – канд. с.-х. наук, доцент, докторант

*ФГОУ ВПО "Новочеркасская государственная мелиоративная академия"*

По результатам исследований определены связи содержания тяжелых металлов в различных частях надземной фитомассы орехов грецкого и черного. На основании этого проведено районирование степной зоны Северного Кавказа по функциональному предназначению орехоплодных.

Среди орехоплодных орехи грецкий и черный весьма сходны в биологическом и ценогическом отношениях. Их мощные кроны объединяют большую поверхность сложных листьев. Такой лист своим клейким черешком объединяет 7 – 9 частично опушенных листочков ореха грецкого и 11 – 23 – ореха черного. Этим можно обосновать гипотезу о высокой металлоаккумулирующей способности фитомассы орехов грецкого и черного.

Вероятно, в тех местах где металлоаккумуляция мало заметна, ореховые насаждения будут обладать приоритетной лечебно – пищевой функцией, а там, где отмечается накопление тяжелых металлов (ТМ) – защитной (мелиоративной) функцией.

Эту гипотезу проверяли в 2000 – 2004 гг. в субрегионе Северного Кавказа, охватывающим степную зону в пределах Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев. В субрегионе выделили двадцать опытных участков с насаждениями орехов грецкого и черного (возраст 35 – 45 лет).

По результатам опытов рассчитывали коэффициенты концентрации отдельных металлов в почве (относительно фона почв), листьях побегах и

околоплодниках (относительно ПДК фитотоксичности), ядрах (относительно ПДК для пищевых продуктов). В дальнейшем вычисляли суммы коэффициентов концентрации металлов в почве и фракциях фитомассы растений, а также – коэффициенты биологического накопления (КБН) этих металлов, как отношения реального содержания соответствующих металлов во фракциях фитомассы и почвах.

Регрессионный анализ полученных данных позволил получить уравнения связи содержания ТМ в листьях ( $W_{л}$ , мг/кг сухого вещества) и слое почв 0 – 20 см ( $S_1$ , мг/кг сухой почвы).

$$\text{- Cu} \quad W_{л} = 4,55 + 0,16S_1 \quad \text{при } r = 0,503 \pm 0,167; \quad (1)$$

$$\text{- Ni} \quad W_{л} = 5,85 \cdot 1,01^{S_1} \quad \text{при } r = 0,699 \pm 0,114; \quad (2)$$

$$\text{- Zn} \quad W_{л} = 12,8 \ln S_1 - 21,38 \quad \text{при } r = 0,444 \pm 0,180; \quad (3)$$

$$\text{- Co} \quad W_{л} = 1 / (0,32 - 0,007S_1) \quad \text{при } r = 0,675 \pm 0,122; \quad (4)$$

$$\text{- Pb} \quad W_{л} = 0,33S_1 - 2,21 \quad \text{при } r = 0,736 \pm 0,103; \quad (5)$$

$$\text{- Cd} \quad W_{л} = 0,51 + 0,22 \ln S_1 \quad \text{при } r = 0,637 \pm 0,133 \quad (6)$$

В составе атмосферных выпадений Mn и Cr принимают незначительное участие. Поэтому связи содержания этих микроэлементов в листьях и почве не существенны: Mn  $r = 0,143$ ; для Cr –  $r = 0,284$ . Уравнения связи содержания валовых форм ТМ в побегах ( $W_{п}$ , мг/кг сухого вещества) и почве достоверны только:

$$\text{- для Cu} \quad W_{п} = 2,37 + 0,11 S_1 \quad \text{при } r = 0,568 \pm 0,152; \quad (7)$$

$$\text{- для Ni} \quad W_{п} = 0,51 + 0,11 S_1 \quad \text{при } r = 0,799 \pm 0,080; \quad (8)$$

Другие металлы, судя по коэффициентам тесноты связей, в побегах накапливаются незначительно: для Co  $r = 0,165$ ; Zn –  $r = 0,347$ ; Pb –  $r = 0,380$ ; Cd –  $r = 0,067$ .

В опаде и формировании подстилки околоплодники и ядра участвуют мало. Поэтому связь между содержанием металлов в околоплодниках ( $W_{о}$ , мг/кг) и почве прослеживается только:

$$\text{- по Zn} \quad W_{о} = 6,51 \ln S_1 - 16,24 \quad \text{при } r = 0,573 \pm 0,150; \quad (9)$$

- а в ядрах и почв - по Cu  $W_{я} = 4,07 + 0,6 SI$  при  $r = 0,502 \pm 0,163$ . (10)

Связи содержания других техногенных металлов в околоплодниках и почвах являются слабыми, а в ядрах и почвах они отсутствуют. Возможно, что эти металлы попадают в ядра другими путями. Один из таких путей - проникновение некоторых металлов в ядра через перикарп, на липкой и шершавой поверхности которого накапливаются поллютанты с атмосферной пылью. При этом, не все металлы свободно проникают в ядра из перикарпа через эндокарп, формирующийся на начальных этапах развития плодов. Поэтому уравнения связи получили только для валовых форм:

- Co  $W_{я} = 4,37 \ln W_{о} - 2,38$  при  $r = 0,778 \pm 0,090$ ; (11)

- Cd  $W_{я} = 0,05 - 0,0001 / W_{о}$  при  $r = 0,503 \pm 0,167$ ; (12)

- Cu  $W_{я} = 11,41 \ln W_{о} - 3,11$  при  $r = 0,489 \pm 0,170$ . (13)

Коэффициенты тесноты связи оказались не достоверными для Ni ( $r = 0,110$ ), Zn ( $r = 0,07$ ) и Pb ( $r = 0,385$ ). Возможно, что избирательность поступления ТМ в ядра определяется эндокарпом, формирующимся на начальных этапах развития плодов.

В целом ТМ - Cu, Ni, Zn, Co, Pb, Cd, переносимые в пыли – воздушных потоках или выпадающие на насаждения из атмосферы с аэрозолями, накапливаются в листьях, побегах и околоплодниках. Поэтому в фитомассе насаждений (фракции, участвующие в опаде) происходит биологическое накопление валовых форм металлов. Суммы КБН по ореху грецкому можно представить следующим рядом: Ботанический сад – 8.43; лесхозы: Ростовский – 8.37; Усть – Донецкий – 8.64; Шахтинский -5.93; Краснодарский – 6.32; Крымский – 8.08; Невинномысский – 8.41; Калаусский – 10.67; Бештаугорский – 7.26; Ставропольский – 6.63; Петровский – 10.37.

Аналогичный ряд КБН для ореха черного выглядит следующим образом: Ботанический сад – 6.92; лесхозы: Мартыновский – 4.95; Армавирский – 6.00; Кропоткинский – 5.76; Краснодарский – 6.71; Крымский – 10.84; Невинномысский – 7.46; Бештаугорский – 7.90; Кировский – 5.37.

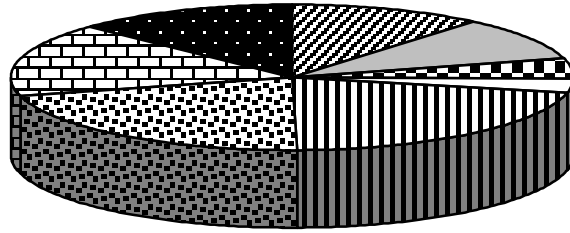
Состав сумм коэффициентов биологического накопления металлов в наземной фитомассе орехов по районам приведен на рисунке 1.

Рассматривая для субрегиона единый (для орехов грецкого и черного) вариационный ряд сумм КБН микроэлементов, определим среднее значение членов ряда ( $M_{cp} = 7,5$ ) и стандартную ошибку Гаусса ( $\sigma = 1,7$ ). По параметру  $M_{cp} \pm \sigma$ , выделим средние (от 5,8 до 9,2), повышенные ( $\geq 9,3$ ) и пониженные ( $\leq 5,7$ ) значения этих сумм. Используя эти значения и физико – географические условия Северного Кавказа, провели районирование субрегиона по приоритетным функциям насаждений орехов грецкого и черного. Всего в субрегионе выделены три района (рисунок 2):

**Район 1** - приоритетной лечебно – пищевой функции насаждений орехов грецкого и черного (пониженные КБН металлов) охватывает Донецкую гряду, южную часть Калачской возвышенности, восточную часть Донецко – Донской равнины и Южно – Ергенинскую возвышенность в пределах Ростовской области. Здесь распространены обыкновенные и южные чернозёмы, каштановые почвы. Исключены площади светло – каштановых солонцеватых почв, солонцовых комплексов, песчаных массивов и солончаков, т.к. на них затруднено выращивание насаждений орехов грецкого и черного. Основным видом таких насаждений в этом районе являются плантации.

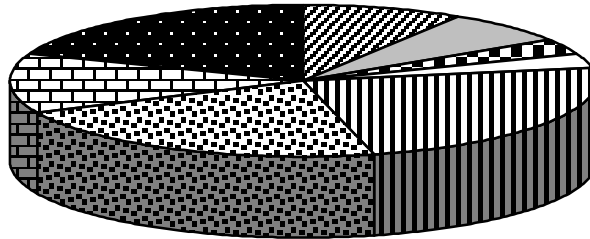
**Район 2** - лечебно – пищевой и защитной (мелиоративной) функции насаждений (средние, местами пониженные значения КБН металлов) охватывает восточные отроги Донецкого кряжа, Нижнедонскую аккумулятивную террасированную низменную равнину, восточную часть Приазовской равнины в пределах Ростовской области, Азово- Кубанскую равнину и

Район I



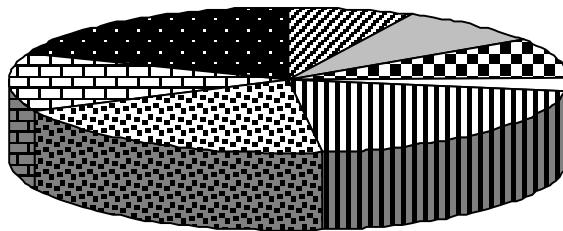
▨ Ni - 11,2%   ▩ Pb - 9,5%   ▩ Mn - 4,5%  
 □ Cr - 3,1%   ▨ Cu - 21,3%   ▨ Zn - 21,3%  
 ▨ Co - 16,3%   ■ Cd - 12,8%

### Район II



▨ Ni - 8,9   ▩ Pb - 6,9%   ▩ Mn - 3,3%  
 □ Cr - 2,9%   ▨ Cu - 24%   ▨ Zn - 21,7%  
 ▨ Co - 12,7%   ■ Cd - 19,2%

### Район III



▨ Ni - 7,3%   ▩ Pb - 8,5%   ▩ Mn - 8,7%  
 □ Cr - 2,9%   ▨ Cu - 20,7%   ▨ Zn - 20%  
 ▨ Co - 13,1%   ■ Cd - 18,8%

Рисунок 1 – Суммы коэффициентов биологического накопления металлов по фракциям надземной фитомассы орехов грецкого и черного по районам субрегиона

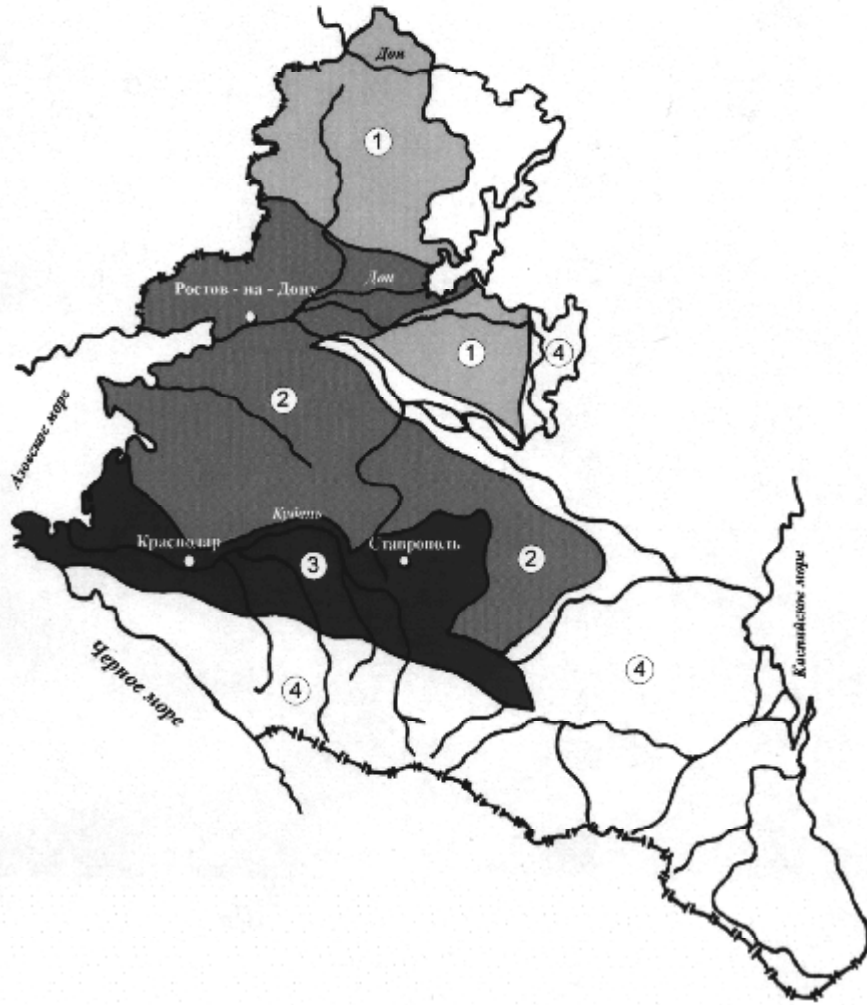


Рисунок 2 – Районирование субрегиона по приоритетным функциям насаждений орехов: 1 - лечебно – пищевая; 2 - лечебно - пищевая и защитная; 3 - защитная (мелиоративная); 4 - районы, исключенные из районирования

равнины северо – восточных и восточных склонов Ставропольского плато. Здесь распространены гидроморфные почвы Донской поймы, обыкновенные и южные чернозёмы, а также – каштановые почвы.

В этих условиях, насаждения орехов грецкого и черного целесообразны в виде плантаций; вблизи промышленных центров, автомагистралей, эксплуатируемых месторождений каменного угля и других полезных ископаемых – в виде лесных культур и защитных лесных насаждений.

**Район 3** - приоритетной защитной (мелиоративной) функции насаждений (средние, местами повышенные значения КБН) включает Ставро-

польское структурно – денудационное плато и следующие области провинции предгорных депрессий и возвышенностей Кавказской горной страны: Таманская, Дельта Кубани, Кубанская аккумулятивная и аккумулятивно – эрозионная равнина, Минераловодская аккумулятивно – эрозионная равнина с островными горами – лакколитами. Здесь распространены обыкновенные и слабовыщелоченные черноземы, в предгорной полосе на пологих склонах - серые лесные и лесостепные почвы, а на горах – лакколитах – серо – коричневые почвы.

В этом районе не рекомендуем создание плантационных культур орехов грецкого и черного для получения лечебно – пищевой продукции. Здесь насаждения орехов имеют приоритетную защитную (мелиоративную) функцию. Их необходимо создавать в виде лесных культур, насаждений зелёных и санитарных зон, лесных полос и др.