

## АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

*Изложены результаты многолетних исследований основных факторов плодородия чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи: структура и водопрочность почвенных агрегатов, сложение пахотного и метрового профиля, определяющих ее рыхлость и плотность.*

**Ключевые слова:** чернозем выщелоченный, агрофизические свойства, плотность, пористость, Красноярская лесостепь.

A.M. Berzin, V.A. Polosina, V.I. Semenov

## AGRICULTURAL AND PHYSICAL FACTORS OF LEACHED CHERNOZEM FERTILITY IN THE KRASNOYARSK FOREST STEPPE

*The long term research results of the main factors of leached chernozem fertility in the Krasnoyarsk forest steppe which are soil aggregate structure and water stability, arable and meter profile makeup that determine its looseness and density are given.*

**Key words:** leached chernozem, agricultural and physical properties, density, porosity, Krasnoyarsk forest steppe.

Способность почвы обеспечивать растения всеми необходимыми факторами жизни в значительной степени зависит от ее физических свойств, среди которых особенно важное значение принадлежит структуре почвы, оказывающей существенное влияние на строение, плотность, водный, воздушный и тепловой режимы, которые в свою очередь оказывают воздействие на протекающие в почве микробиологические, физико-химические и другие процессы, а в конечном итоге структурная почва обеспечивает хорошие условия для роста и развития растений [1, 2].

С агрономической точки зрения важен процесс стабилизации почвенных агрегатов, а для этого очень важны активность корней растений и гиф почвенных грибов, так как они образуют взаимопроникающую сеть и удерживают структурные агрегаты почвы вместе. Вместе с тем, корни растений и гифы грибов выделяют в прикорневой зоне вещества, помогающие формированию почвенных агрегатов. Когда корни растений и гифы грибов разлагаются вместе с другими органическими веществами почвы, они становятся пищей для почвенных бактерий, которые, в свою очередь, образуют склеивающие вещества, удерживающие почвенные агрегаты вместе. При этом достигается важнейшее условие агрономической ценности структуры почвы – ее водопрочность и пористость.

Отмечая значение корневой системы растений в оструктуривании почвы и стабилизации почвенных агрегатов, отметим, что многолетние культуры производят значительно больше корней при более интенсивном круговороте, чем однолетние культуры.

В экспериментальных севооборотах кафедры общего земледелия среди многолетних трав первого года пользования самая большая масса корневых остатков в слое 0–40 см обнаружена в поле люцерны – 77,8 ц/га, и клевера – 62,3 ц/га, и значительно меньше под костром безостым – 44,2 ц/га. С увеличением возраста люцерны масса ее корней увеличивается: под люцерной второго года пользования до 95,5 ц/га, а на шестой год пользования – до 159,1 ц/га. В последнем случае это увеличение идет только за счет горизонта 0–20 см, а в горизонте 20–40 см наблюдается даже некоторое уменьшение массы корней. Для сравнения, вико-овсяная смесь формирует массу корней в 30,4 ц/га, а горох – только 18,5 ц/га [3].

Совершенно очевидно, что в прямой зависимости от длительности воздействия корневой системы растений находится и оструктуренность почвы. В наших опытах под посевами люцерны первого года пользования содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0–30 см составляло 71,9%, а под посевами второго года пользования оно возросло до 86,3%.

По мере увеличения срока пользования содержание водопрочных агрегатов под люцерной увеличилось с 58,8 до 78,3%. Не менее важен факт стабилизирующей роли корневой системы люцерны в поддержании высокого уровня оструктуренности почвы под первыми и повторными посевами яровой пшеницы и осо-

бенно то, что содержание водопрочных агрегатов в этом случае было на 5,0–5,6% выше, чем в звене с чистым паром.

Существенное структурообразующее влияние корневой системы растений характерно и для двулетнего донника. Перед запашкой его надземной массы на зеленое удобрение количество агрегатов размером от 0,25 до 10 мм в среднем за 7 лет составило 72,3%, что на 9,5% больше, чем в поле чистого пара. При этом указанные различия связаны в основном с уменьшением содержания под донником пылевидной фракции на 9,9% по сравнению с полем чистого пара. Также важен и факт увеличения под донником на 6,6% наиболее ценной фракции от 1 до 3 мм. Если в поле чистого пара коэффициент структурности составил 1,7, то под вегетирующим донником – 2,7.

Положительное структурообразующее воздействие донника значительно усиливается при использовании его надземной массы на зеленое удобрение, когда появление в почве свежесожденного органического вещества способствует созданию водопрочной структуры. Запашка зеленой массы донника в среднем за 6 анализируемых лет уменьшала глыбистость на 2,8%, а количество пылевидной фракции на 2%, но основное положительное влияние сидерального пара сводилось к существенному увеличению по сравнению с звеном чистого пара содержания в почве водопрочных агрегатов – на 11,8%.

Сравнительная оценка показателей оструктуренности под первыми и повторными посевами зерновых по чистому и сидеральному пару выявила уменьшение агрономически ценной фракции под повторными посевами по сравнению с первыми на 11,3–12,0%, но преимущество звена с сидеральным паром было очевидным, так как по сравнению с звеном чистого пара содержание в почве агрегатов от 0,25 до 10 мм в среднем за 5 лет в этом звене было выше на 4,2%, а водопрочных – на 8,3%. В целом же структурное состояние почвы под первыми и повторными посевами зерновых характеризуется как хорошее, во многом благодаря высокой потенциальной способности к оструктуриванию выщелоченных черноземов края, которая объясняется повышенным содержанием в них крупных микроагрегатов (крупнее 0,05 мм), на долю которых приходится 42–57%, а также низким коэффициентом дисперсности с его варьированием от 5,5 до 9,2 [4,5].

Общепризнано, что от общего содержания агрономически ценных агрегатов, а в большей степени от содержания водопрочных агрегатов зависит сложение или строение почвы. Именно такие агрегаты, устойчивые к размыванию, придают почве устойчивость к уплотнению, оптимизируя почвенные режимы.

По И.Б. Ревуту [7], плотность строения почвы сама является функцией структуры и микроструктуры почвы, а также механического состава и содержания в почве гумуса.

Как показывают многочисленные исследования, только при крайних значениях плотности почвы – на почвах самых рыхлых и на самых плотных – урожайность растений заметно снижается [6]. Если, по Н.А. Качинскому, подпахотные горизонты различных почв обычно имеют плотность, равную 1,4–1,6 г/см<sup>3</sup> [7], то для почв Красноярской лесостепи характерно рыхлое сложение не только пахотного слоя, но и по всему профилю. По данным П.С. Бугакова, плотность в полутораметровом профиле чернозема выщелоченного не превышает 1,24 г/см<sup>3</sup> [8].

На выщелоченном черноземе опытного поля кафедры земледелия Красноярского СХИ в 1963 году она изменялась от 0,95 г/см<sup>3</sup> в пахотном слое, до 1,21 г/см<sup>3</sup> в подпахотном слое 30–50 см. Максимальную величину в 1,37 г/см<sup>3</sup> имел горизонт скопления карбонатов в слое 50–60 см [9].

При повторном определении плотности почвы в 1975 году не было обнаружено уплотненного карбонатного слоя, а почва, начиная с глубины 50–60 см, имела равномерное уплотнение в 1,21 г/см<sup>3</sup>, увеличившись до 1,27 г/см<sup>3</sup> только в горизонте 90–100 см (табл.1).

Определение плотности, проведенное в 1986 году, вновь, как и в 1963 году, выявило наиболее высокое ее значение в слое 50–60 см (1,34 г/см<sup>3</sup>), а в 1990 году плотность в 1,32 г/см<sup>3</sup> была зафиксирована только в слое 70–80 см.

Таблица 1

Плотность выщелоченного чернозема Красноярской лесостепи, г/см<sup>3</sup>

| Слой, см | 1963 г. | 1975 г. | 1986 г. | 1990 г. | В среднем |
|----------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1        | 2       | 3       | 4       | 5       | 6         |
| 0-10     | 0,90    | 0,95    | 0,91    | 0,92    | 0,92      |
| 10-20    | 0,95    | 0,93    | 0,89    | 0,91    | 0,92      |
| 20-30    | 1,12    | 1,01    | 0,98    | 1,03    | 1,03      |

Окончание табл. 1

| 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--------|------|------|------|------|------|
| 30-40  | 1,18 | 1,10 | 1,05 | 1,10 | 1,11 |
| 40-50  | 1,21 | 1,15 | 1,20 | 1,17 | 1,18 |
| 50-60  | 1,37 | 1,21 | 1,34 | 1,23 | 1,29 |
| 60-70  | 1,30 | 1,21 | 1,29 | 1,24 | 1,26 |
| 70-80  | 1,33 | 1,21 | 1,34 | 1,32 | 1,30 |
| 80-90  | 1,34 | 1,19 | 1,35 | 1,30 | 1,30 |
| 90-100 | 1,31 | 1,27 | 1,26 | 1,27 | 1,28 |

Примечание: 1963, 1975 гг. – под посевами пшеницы по парам; 1986 г. – после уборки кукурузы; 1990 г. – под продуцирующим донником, перед запашкой его биомассы на зеленое удобрение.

Приведенные данные позволяют заключить, что опасность эффекта переуплотнения черноземов края носит весьма ограниченный характер. Их сравнительно высокая устойчивость к уплотнению связана не только с повышенным содержанием водопрочных агрегатов и гумуса, но и с длительным пребыванием почвы в мерзлом состоянии, с ее растрескиванием, а также с наличием эффекта биодренажа пахотного и подпахотного горизонтов корневой системой, что особенно характерно для многолетних трав, а также донника, чья мощная корневая система пронизывает пахотные слои, способствуя не только оструктуриванию, но и рыхлению почвы и подпочвы [10,11]. Считается, что после отмирания корневой системы этих культур увеличивается относительный объем свободных промежутков между структурными отдельностями, что имеет важное значение для улучшения водно-физических свойств почв, особенно на связных по гранулометрическому составу.

По нашим данным, при запашке биомассы донника на зеленое удобрение, плотность почвы в слое 0–30 см под посевами яровой пшеницы уменьшалась в среднем за три года на 0,06 г/см<sup>3</sup> по сравнению с контролем, но особенно заметно она уменьшалась в слое 20–30 см – на 0,09 г/см<sup>3</sup> (табл.2).

Таблица 2

**Плотность почвы под посевами яровой пшеницы по чистым и сидеральным донниковым парам, г/см<sup>3</sup>**

| Вид пара                     | Слой, см | 1975 г. | 1976 г. | 1990 г. | В среднем |
|------------------------------|----------|---------|---------|---------|-----------|
| Чистый черный (контроль)     | 0–10     | 0,93    | 0,94    | 1,13    | 1,00      |
|                              | 10–20    | 0,95    | 0,99    | 1,21    | 1,03      |
|                              | 20–30    | 1,02    | 1,03    | 1,22    | 1,09      |
|                              | 0–30     | 0,97    | 0,99    | 1,19    | 1,05      |
| Сидеральный донниковый       | 0–10     | 0,94    | 0,90    | 1,04    | 0,96      |
|                              | 10–20    | 0,92    | 0,98    | 1,15    | 1,02      |
|                              | 20–30    | 0,92    | 0,93    | 1,14    | 1,00      |
|                              | 0–30     | 0,93    | 0,94    | 1,11    | 0,99      |
| НСР <sub>0,05</sub> для слоя | 0–30     | 0,05    | 0,06    | 0,08    | -         |

На гумусированных черноземах Красноярской лесостепи оптимальная плотность для большинства сельскохозяйственных культур составляет 1,0–1,2 г/см<sup>3</sup> и она близка к равновесной. Как правило, к моменту посева она оказывается ниже оптимальных значений примерно на 20%, поэтому посевы положительно реагируют на до- и послепосевное прикатывание, а пониженная плотность тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема является одной из причин возможности использования приемов минимизации обработки почвы [12].

Кроме плотности сложения различных частей пахотного слоя, с агрономической точки зрения, важно соотношение капиллярной (внутриагрегатной) и некапиллярной (межагрегатной) скважности. В.В. Квасников считал, что для черноземных почв соотношение капиллярной скважности к некапиллярной должно быть равным один к двум [6]. Исследованиями А.Г. Дояренко показано, что благоприятным строением пахотного слоя почвы для полевых культур будет такое, когда общая пористость колеблется в пределах 50–60% всего объема почвы, в том числе некапиллярная 12,5–30% и капиллярная 37,5–30% [12]. По Д.И. Бурову, для черноземных почв оно достигается при общей скважности почвы 60–65% [13]. На сибирских черноземах для пше-

ницы она находится в пределах 54–48% [14], а в целом для почв Западной Сибири оптимальным строением пахотного слоя считается, если в почвах на твердую фазу приходится 40–50%, на общую пористость 50–60%, а капиллярная пористость соотносится как 1:1 [15]. Однако это соотношение в различных по увлажнению зонах не может быть одинаковым, хотя бы потому, что различные культуры требуют разного соотношения воды и воздуха.

Для выщелоченного чернозема Красноярской лесостепи общая пористость в пахотном слое (0–30 см) варьирует от 56,3 до 60,1% [8]. Практически аналогичные показатели пористости пахотного слоя зафиксированы нами в среднем за четыре анализируемых года на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом, где она составила 61,5%, снижаясь в подпахотных слоях до 56,6–48,3% (табл. 3).

Таблица 3

**Удельная масса и пористость выщелоченного чернозема опытного поля кафедры земледелия КрасГАУ**

| Слой, см | Удельная масса, 1963,1975 гг., г/см <sup>3</sup> | Пористость, % |         |         |         | Средне-многолетняя |
|----------|--|---------------|---------|---------|---------|--------------------|
|          |  | 1963 г.       | 1975 г. | 1986 г. | 1990 г. |                    |
| 0–10     | 2,50   | 64,6          | 61,4    | 64,0    | 63,0    | 63,2               |
| 10–20    | 2,45   | 61,3          | 61,7    | 64,0    | 63,0    | 62,5               |
| 20–30    | 2,48   | 54,8          | 59,2    | 61,0    | 59,0    | 58,5               |
| 30–40    | 2,54   | 54,3          | 56,2    | 59,0    | 57,0    | 56,6               |
| 40–50    | 2,68   | 56,8          | 52,0    | 55,0    | 56,0    | 55,2               |
| 50–60    | 2,72   | 51,8          | 53,5    | 51,0    | 55,0    | 52,8               |
| 60–70    | 2,59   | 50,6          | 52,6    | 50,0    | 52,0    | 51,3               |
| 70–80    | 2,60   | 50,6          | 42,0    | 51,5    | 49,0    | 48,3               |
| 80–90    | 2,62   | 50,4          | 53,2    | 51,5    | 50,0    | 51,3               |
| 90–100   | 2,68   | 53,4          | 50,2    | 53,0    | 53,0    | 52,4               |

Приведенные данные позволяют оценить сложение пахотного слоя чернозема как благоприятное, но известно, что для нормального роста и развития растений более существенное значение по сравнению с общей пористостью имеет соотношение видов пористости, от которого зависит содержание в почве воды и воздуха, а оно, как известно, регулируется в основном с помощью обработок.

Между тем, в последнее время обращает на себя внимание широкая пропаганда технологии возделывания культур, основанная на принципах «No Till», отрицающих необходимость обработки почвы, что предусматривает прямой посев в необработанную почву. Такая пропаганда вызывает настороженность большого числа видных ученых, которые считают, что прежде чем рекомендовать широкое внедрение такой технологии, необходима научно обоснованная сравнительная оценка предлагаемой системы и традиционных технологий в различных почвенно-климатических условиях, так как шаблонное применение технологии «No Till» чревато негативными последствиями [1].

В частности, обоснованность таких последствий в Сибирском регионе подтверждается результатами длительных исследований СибНИИСХим и СибНИИСХ, которые показали, что не только на фоне «нулевой», но и на фоне поверхностных обработок накапливаются такие отрицательные агроэкологические свойства, как уплотнение нижележащего слоя, снижение водопроницаемости и воздухоемкости, уменьшение влагозапасов, особенно после снеготаяния и перед посевом, существенное уменьшение содержания нитратов в том числе и по паровому фону, ухудшение фитосанитарного состояния посевов, когда засоренность посевов возрастает в 1,5–3 раза и увеличивается не только численность, но и фитотоксичность грибов [1,4].

Изложенные факты вызывают необходимость исследований по сравнительной оценке технологии «No Till» в условиях Красноярской лесостепи, где она практически не проводилась.

С этой целью на опытном поле кафедры общего земледелия КрасГАУ, на фоне убранной в 2009 году пшеницы с оставленной измельченной комбайном «Сампо» соломой, в июне 2010 года был заложен опыт с различными системами обработки пара:

1. Типичный ранний пар с вспашкой на 25–27 см и тремя последующими культивациями КПС-4.
2. Плоскорезный пар с рыхлением на 25–27 см и тремя последующими культивациями.

3. Плоскорезный пар с рыхлением на 25–27 см с заменой механической прополки на химическую прополку гербицидом сплошного действия Ураган Форте.

4. Без механических обработок с одной химической прополкой Ураган Форте.

После уборки пшеницы на фоне первых двух вариантов в первой декаде октября 2011 года проведены соответственно отвальная вспашка и плоскорезная обработка на 20–22 см, а на остальных двух вариантах почва не обрабатывалась, что позволило осуществить предварительную оценку бесплужной обработки по технологии «No Till», начиная с оценки ее влияния на строение пахотного слоя. С этой целью первый отбор образцов в цилиндры был проведен в паровых полях 23.08.2010 года, а второй – в третьей декаде октября, после уборки пшеницы.

Результаты первого определения строения пахотного слоя показали, что в варианте с гербицидным паром, где к моменту отбора образцов почва не подвергалась обработке 11 месяцев, общая пористость пахотного слоя снизилась на 8,9% по сравнению с вариантом плужной обработки, где она равнялась 64,3% (табл. 4). На фоне вспашки и плоскорезного рыхления некапиллярная пористость аэрации составляла 25,5 и 21,5%, т.е. она была близкой к идеальной, в то время как на фоне гербицидного пара она равнялась только 17,0%, а самая низкая пористость аэрации здесь зафиксирована в слое 10–20 см – 14,7%.

Таблица 4

## Влияние систем обработки пара на строение пахотного слоя

| Система обработки                     | Слой почвы, см    | Пористость, % |             |               |               |             |               |
|---------------------------------------|-------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
|                                       |                   | 23.08.2010 г. |             |               | 08.09.2011 г. |             |               |
|                                       |                   | общая         | капиллярная | некапиллярная | общая         | капиллярная | некапиллярная |
| Вспашка на 25 – 27 см + 3 культивации | 0–10 *            | 64,0          | 40,2        | 23,8          | 59,6          | 31,2        | 28,4          |
|                                       | 10–20             | 65,9          | 36,9        | 29,0          | 60,0          | 34,0        | 26,0          |
|                                       | 20–30             | 63,0          | 39,4        | 23,6          | 56,9          | 33,5        | 23,4          |
|                                       | 0–30              | 64,3          | 38,8        | 25,5          | 58,8          | 32,9        | 25,9          |
|                                       | НСР <sub>05</sub> | 3,41          | 2,95        | 3,93          |               |             |               |
| Рыхление на 25–27 см + 3 культивации  | 0–10              | 57,1          | 39,3        | 17,8          | 63,1          | 37,7        | 25,4          |
|                                       | 10–20             | 59,7          | 35,2        | 24,5          | 56,1          | 35,7        | 20,4          |
|                                       | 20–30             | 56,5          | 34,3        | 22,2          | 57,6          | 36,2        | 21,4          |
|                                       | 0–30              | 57,8          | 36,3        | 21,5          | 58,9          | 36,5        | 22,4          |
|                                       | НСР <sub>05</sub> | 2,75          | 2,96        | 3,40          | 3,54          | 4,2         | 3,37          |
| Без обработки, прополка гербицидом    | 0–10              | 60,7          | 41,3        | 19,5          | 60,4          | 38,3        | 22,1          |
|                                       | 10–20             | 55,5          | 40,7        | 14,7          | 54,1          | 33,9        | 20,2          |
|                                       | 20–30             | 50,0          | 33,3        | 16,7          | 55,2          | 35,0        | 20,2          |
|                                       | 0–30              | 55,4          | 38,4        | 17,0          | 56,6          | 35,7        | 20,9          |
|                                       | НСР <sub>05</sub> | 1,75          | 1,89        | 1,55          | 4,19          | 4,67        | 3,73          |

\*контроль.

Повторное определение строения пахотного слоя, проведенное на следующий год после уборки яровой пшеницы, показало, что общая пористость тридцатисантиметрового слоя оказалась практически одинаковой, варьируя в пределах 56,6–58,8%. В вариантах с плоскорезной обработкой пара и нулевой обработкой она оставалась на прежнем уровне, а на фоне плужной обработки она существенно снизилась с 64,3 до 58,8%. На этом варианте общая пористость оставалась высокой как в слое 0–10 см, так и в слое 0–20 см, в то время как в двух других вариантах она существенно снижалась в слое 10–20 см по сравнению со слоем 0–10 см.

Данные факты объясняются общепринятым представлением о переходе почв в равновесное состояние, когда и рыхлые и плотные почвы, уплотняясь и разбухая, приходят к одной и той же плотности, называемой «равновесной».

Так, например, в опытах, проведенных С.И. Долговым и С.А. Модиныным, в сосудах без дна, врытых в пахотный слой почвы и установленных на подпахотном слое, рыхлые почвы во всех вариантах относительно быстро уплотнялись под влиянием выпадающих осадков, уплотняясь с увеличением объемного веса до стандартной и довольно устойчивой для всех вариантов величины в 1,20 г/см<sup>3</sup> [6].

По данным П.К. Иванова и Л.И. Коробова, весной плотность почвы меньше при отвальной вспашке, чем при безотвальной. Уплотнение почвы от весны к осени наблюдается на всех обработках, однако при безотвальной вспашке степень уплотнения меньше, чем при отвальной [16].

Как мы уже отмечали, с агрономической точки зрения, важно соотношение капиллярной и некапиллярной скважности, поскольку последняя свидетельствует о воздухоемкости почвы и ее следует рассматривать как показатель аэрации. Полученные нами данные свидетельствуют о высокой воздухоемкости выщелоченного чернозема под посевами пшеницы на фоне всех трех системах обработки парового поля, где она не опускалась ниже 20%. Считается, что если величина свободной пористости не опускается ниже 17%, то она указывает на достаточную аэрацию почвы и даже при пористости выше 15% от объема почвы условия аэрации не влияют угнетающе на газообмен между почвенным воздухом и атмосферой [6].

В нашем случае самые высокие значения аэрации пахотного слоя отмечались на фоне варианта с плужной обработкой, где она равнялась 25,9%. Достоверное снижение воздухоемкости пахотного слоя зафиксировано в вариантах с плоскорезной обработкой пара (22,4%), а самой низкой она была в варианте, где механические обработки почвы были заменены на химическую прополку парового поля (20,9%).

### Выводы

1. Подтверждена высокая потенциальная способность к оструктуриванию выщелоченных черноземов края, которая объясняется повышенным содержанием в них крупных макро- и микроагрегатов крупнее 0,05 мм, на долю которых приходится 74,5–79,4% и 42–57% соответственно, низким коэффициентом дисперсности с его варьированием от 5,5 до 9,2.

2. Пониженная плотность с высокими показателями общей пористости (55,4–64,3%) и пористости аэрации (воздухоемкости) сводит к минимуму опасность эффекта переуплотнения черноземов, являясь главной причиной возможности использования приемов минимизации обработки почвы, вплоть до прямого посева зерновых культур в необработанную почву, если нет необходимости борьбы с сорняками, вредителями, внесения органических удобрений.

### Литература

1. *Вильямс В.Р.* Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. – М.: Сельхозгиз, 1939. – 447 с.
2. *Кирюшин В.И.* Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 367 с.
3. *Кильби И.Я.* Накопление корневых и пожнивных остатков различными культурами в звеньях полевых севооборотов и бессменном посеве // Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур: тр. Краснояр. СХИ. – Красноярск, 1971. – С.55-60.
4. *Крупкин П.И.* Характеристика чернозема Красноярской лесостепи // Тр. Краснояр. СХИ. Т. XIV. – Красноярск, 1962. – С.100–115.
5. *Рудой Н.Г.* Влияние осадков и уровня окультуренности почв на урожай зерновых культур в Красноярском крае // Тр. Краснояр. СХИ. – Т. XIV. – Красноярск, 1962. – С.135–155.
6. *Долгов С.И., Модина С.А.* О некоторых закономерностях зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от плотности почвы // Теоретические вопросы обработки почв: мат-лы Всесоюз. науч.-техн. совещания (17–21 дек. 1968г.). – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – Вып. 2. – С.54–64.
7. *Качинский Н.А.* Физика почв. – М.: Высш. шк., 1965. – 63 с.
8. *Бугаков П.С., Попова Э.П., Чупрова В.В.* Агрофизическая характеристика почв южной части Красноярского края // Агрофизическая характеристика почв степной и сухостепной зон Азиатской части СССР / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1982. – С.71–98.
9. *Новикова А.И.* Изменение некоторых почвенно-гидрологических констант выщелоченного чернозема Красноярской лесостепи // Рациональное использование и увеличение растительных ресурсов в Восточной Сибири: тр. Иркут. СХИ. – Иркутск, 1978. – С.92–98.
10. *Кормелицин В.Ф.* Развивать сидерацию в Поволжье // Земледелие. – 1999. – №1. – С. 28.
11. *Довбан К.И.* Зеленое удобрение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.
12. *Берзин А.М.* Зеленые удобрения в Средней Сибири / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2002. – 395 с.
13. *Буров Д. И.* О некоторых вопросах теории обработки почвы и ее практических приемах на черноземных почвах Юго-Востока РСФСР // Теоретические вопросы обработки почв: мат-лы на Всесоюз. науч.-техн. совещания (17–21 декабря 1968г.). – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – Вып. 2. – С. 32–44.

14. Энергоресурсосбережение в растениеводстве Западной Сибири: учеб. пособие / С.Х. Вышегуров [и др.] / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск. 2002. – 202 с.
15. Абрамов Н.В. Земледелие Западной Сибири / Н.В. Абрамов, П.Ф. Ионин, А.М. Ситников [и др.]: под общ. ред. А.М. Ситникова. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 1998. – 304 с.
16. Иванов П.К. Плотность почвы и плодородие / П.К. Иванов, Л.И. Коробов // Теоретические вопросы обработки почв: докл. Всесоюз. науч.-техн. совещания (17–21 дек. 1968 г.). – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – Вып. 2. – С.45–53.



УДК 631. 41 (571.51)

Е.И. Волошин

### ОСОБЕННОСТИ ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*В статье рассматривается фоновое содержание микроэлементов в почвах Красноярского края. Показано, что почвы края обеднены микроэлементами в сравнении с аналогами из других регионов страны. Недостаточная обеспеченность почв микроэлементами уменьшает их биодоступность растениям.*

**Ключевые слова:** почва, микроэлементы, мониторинг, обеспеченность, фоновое содержание, биодоступность.

E.I. Voloshin

### PECULIARITIES OF THE MICROELEMENT BACKGROUND AVAILABILITY IN THE KRASNOYARSK REGION ARABLE SOILS

*Microelement background availability in the Krasnoyarsk region soils is considered in the article. It is shown that the region soils are depleted in the microelements in comparison with the analogues from other regions of the country. Insufficient soil microelement availability reduces their bioavailability to the plants.*

**Key words:** soil, microelements, monitoring, availability, background availability, bioavailability.

Система почва – растение является стартовым звеном пищевой цепочки, в котором формируется поток минеральных компонентов, поглощаемый животными и человеком. При оптимальном питании растений микро- и макроэлементами улучшается их микроэлементный состав и повышаются качественные параметры продукции. На почвах с дефицитом или избытком микроэлементов происходит снижение количества и качества растительной продукции, наблюдаются эндемические заболевания растений, животных и человека.

Поступление в окружающую природную среду и накопление в почве микроэлементов, содержащихся в атмосферных выбросах промышленных предприятий, выхлопных газах автотранспорта, средствах химизации сельского хозяйства и т.п., приводит к ухудшению экологической обстановки в агроценозах. При проведении почвенно-агрохимического мониторинга изменения, происходящие в почвенном покрове в результате хозяйственной деятельности человека, устанавливаются на основании сравнения данных с региональным фоновым содержанием микроэлементов в почвах.

Фоновое содержание вещества в почве – содержание химического вещества в почве, соответствующее ее природному химическому составу (ГОСТ 27593). Фон образуется в результате совокупного действия всех факторов почвообразования. В настоящее время за фоновый уровень обычно принимают средневзвешенное содержание элемента с добавлением за счет глобального переноса антропогенных загрязнителей. Из расчетов исключают данные локального мониторинга загрязнения почв промышленными предприятиями. При оценке локального и регионального загрязнений в качестве фона служат почвы, удаленные от источников загрязнения на расстоянии 50–100 км, и почвы биосферных заповедников, которые размещены в пределах различных биогеоценозов и в наименьшей степени подвержены антропогенному воздействию.