

Агрохимическая характеристика почв Чувашской Республики

П. А. ЧЕКМАРЕВ¹, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, председатель (e-mail: polprchuv@cap.ru)
А. П. КОРШУНОВ², врио директора (e-mail: agrohim_21@mail.ru)

¹Комитет по развитию агропромышленного комплекса Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, ул. Ильинка, 6/1, с. 1, Москва, 109012, Российская Федерация

²Центр агрохимической службы «Чувашский», ул. Центральная, 1, пос. Опытный, Цивильский р-н, Республика Чувашия, 429911, Российская Федерация

Оптимальная форма мониторинга показателей плодородия почвы – периодически повторяемое комплексное агрохимическое и эколого-токсикологическое обследование на всей площади земель сельскохозяйственного назначения. Цель исследований – характеристика текущего состояния плодородия почв в Республике Чувашия. На начало 2020 г. в зону обслуживания Государственного центра агрохимической службы «Чувашский» входило 940,9 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе 753,8 тыс. га пашни, 10,2 тыс. га многолетних насаждений, 31,5 тыс. га сенокосов и 145,4 тыс. га пастбищ. Основная часть территории (97 %) расположена на правой, южной стороне р. Волга. Остальные 3% – часть Заволжской низменности, представленная широкой поймой и надпойменными террасами, высотой от 20...30 до 60 м над уровнем моря. С 1965 г. на территории республики проведено 11 циклов агрохимического обследования почв. В образцах почвы определяли кислотность солевой вытяжки, содержание подвижного фосфора и калия, гумуса, подвижных форм микроэлементов (медь, цинк, кобальт, марганец и бор). По результатам агрохимического обследования на 1 января 2020 г. в Чувашии наблюдается снижение содержания подвижного фосфора и калия в почвах, выявлена их высокая обеспеченность подвижным бором и медью, при дефиците цинка. Для сохранения и восстановления плодородия, а также обеспечения положительного баланса гумуса и питательных элементов необходимо увеличить объемы известкования почв с кислой реакцией среды до 40 тыс. га, фосфоритования – до 20 тыс. га, внесение органических удобрений – до 7,6 т/га, минеральных удобрений (NPK) – до 150 кг/га.

Ключевые слова: плодородие почвы, агрохимические свойства, гумус, кислотность, фосфор, калий, микроэлементы.

Для цитирования: Чекарев П. А., Коршунов А. П. Агрохимическая характеристика почв Чувашской Республики // Земледелие. 2020. № 8. С. 24–28. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10805.

Интенсификация сельскохозяйственного производства в последние десятилетия привела к увеличению его продуктивности, усилила использование природных ресурсов и повлияла на экологическое равновесие в природе, что уменьшило автономность производственного процесса. Нарушение баланса питательных веществ в земледелии ведет не только к уменьшению производства продукции и ухудшению её качества, но и к снижению почвенного плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов.

Сохранение и повышение плодородия почв обеспечивает проведение комплекса агротехнических, агрохимических, фитосанитарных, противозерозионных, мелиоративных и других мероприятий, разрабатываемых по результатам комплексного мониторинга показателей плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Цель наших исследований – характеристика текущего состояния плодородия почвы в Республике Чувашия.

На начало 2020 г. в зону обслуживания ФГБУ ГЦАС «Чувашский» входило 940,9 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе 753,8 тыс. га пашни, 10,2 тыс. га многолетних насаждений, 31,5 тыс. га сенокосов и 145,4 тыс. га пастбищ.

Почвенный покров республики представлен 17 типами и подтипами почв. Из них самое большое распространение имеют серые лесные, черноземы, аллювиально-дерновые, дерново-овражно-балочные, дерново-подзолистые почвы. Серые лесные почвы занимают более 60 % площади почвенного покрова республики и представлены светло-серым, серым и темно-серым подтипами, из них наиболее распространены светло-серые лесные почвы, которые располагаются в основном в северных приволжских муниципальных районах республики. Черноземы занимают около 16 % почвенного покрова, преимущественно распространены в юго-восточной и юго-западной частях республики. Оподзоленные черноземы встречаются только на водораздельных возвышенностях, типичные – еще реже. По мощности гумусовых горизонтов наибольшее распространение имеют среднеспособные черноземы (от 40 до 80 см), они наиболее структурны и плодородны [1, 2].

С 1965 г. на территории республики проведено 11 циклов агрохимическо-

го обследования почв. Определяли следующие показатели плодородия: кислотность солевой вытяжки – по ГОСТ 26483-85, содержание подвижного фосфора и калия – по методу Кирсанова (ГОСТ 26207-91), гумуса – по методу Терина (ГОСТ 26213-91), подвижных форм микроэлементов (медь, цинк, кобальт, марганец и бор) в ацетатно-аммонийном буферном растворе.

Длительное сельскохозяйственное использование почвы, как правило, приводит к изменению ее гумусного состояния. Так, после распашки целинного чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья, который характеризовался большими запасами гумуса (до 500 т/га на целине и до 430 т/га на пашне) с очень высокой степенью гумификации органического вещества, за 1968–2006 гг. запасы гумуса в метровом слое сократились на 8,5%. Скорость дегумификации составила 1,0...1,4 т/га год. Длительное использование чернозема выщелоченного в пашне привело к уменьшению обогащенности гумуса азотом – отношение содержания углерода к азоту увеличилось с 11,5 до 13,6 [3]. Решение этой проблемы возможно путем использования различных технологических приемов. Так, внесение навоза, соломы и промежуточного сидерата в зернотравяном севообороте на фоне расчетных доз минеральных удобрений повысило содержание гумуса в серой лесной почве Республики Татарстан на 0,12...0,16% [4].

В условиях Приазовской зоны Ростовской области для поддержания почвенного плодородия и сохранения запасов гумуса на исходном уровне в девятипольном зернопаропропашном севообороте необходимо вносить на 1 га площади севооборота 8,9 т/га навоза + N₄₄P₂₂K₂₂. Применение органических и минеральных удобрений доз 11,1 т/га навоза + N₇₁P₂₃K₂₃ обеспечивает формирование максимальной продуктивности изучаемого севооборота, что свою очередь способствует наибольшему накоплению углерода в почве, гарантируя положительный баланс гумуса (C) до +2050,9 кг/га [5].

Результаты анализа двух последних циклов агрохимического обследования в Республике Чувашия свидетельствуют, что на 1 января 2020 г. более половины (57,1 %) обследованных почв ее пашни имеют низкую степень обеспеченности гумусом (табл. 1). Из них очень низкий (критический) уровень обеспеченности характерен для 7,5% (53,2 тыс. га). Площади почв с повышенным и высоким содержанием гумуса занимают 20,7%. Практически такое же количество (22,1%) приходится на почвы со средней обеспеченностью. Средневзвешенное содержание гумуса по республике составляет 4,4%, что соответствует средней группе обеспеченности.

1. Динамика содержания гумуса в почвах пашни и объемы применения органических удобрений

| Цикл и годы обследования | Площадь, тыс. га | Содержание гумуса | | | | | Средне-взвешенное содержание, % | Применение органических удобрений, т/га |
|--------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------------------|---|
| | | очень низкое, тыс. га | низкое, тыс. га | среднее, тыс. га | повышенное, тыс. га | высокое, тыс. га | | |
| V (1986–1990) | 724,4 | 62,3 | 360,9 | 138,7 | 114,2 | 48,2 | 4,3 | 6,2 |
| VI (1991–1995) | 666,3 | 73,9 | 314,7 | 126,4 | 121,6 | 29,8 | 4,1 | 4,7 |
| VII (1996–2000) | 697,5 | 98,9 | 325,1 | 134,1 | 117,8 | 21,6 | 4,0 | 2,5 |
| VIII (2001–2005) | 596,4 | 76,8 | 286,9 | 113,4 | 97,1 | 22,2 | 4,0 | 1,2 |
| IX (2006–2010) | 614,6 | 41,8 | 250,0 | 154,8 | 108,2 | 59,8 | 4,7 | 0,9 |
| X (2011–2015) | 713,8 | 49,9 | 335,2 | 164,4 | 109,6 | 54,2 | 4,4 | 1,7 |
| XI (2016–2020) | 739,3 | 53,2 | 362,7 | 161,2 | 108,1 | 51,9 | 4,4 | 1,7 |

Обеднение пахотного слоя почвы гумусом началось с 1994 г. из-за снижения объемов внесения органических удобрений. Как показывают результаты VI...VIII циклов агрохимического обследования содержание гумуса уменьшилось на 0,3 %. В дальнейшем, начиная с 2013 г., вплоть до 1 января 2020 г., почвы каждый год теряли по 0,1 % гумуса. Некоторое увеличение содержания гумуса в пахотном слое почв по результатам IX цикла объясняется тем, что в этот период агрохимическое обследование охватывало не все площади, в результате чего за 5-летний цикл на 18 % пахотных земель с низким и средним содержанием гумуса обследование не проводили.

Важнейшее свойство почвы, определяющее ее плодородие, – кислотность. Известковые материалы, уменьшая кислотность почвы, переводят в доступные для растений соединения азота, фосфора и калия, что повышает эффективность систем удобрения и продуктивность севооборотов [6, 7]. Известкование способствует гумификации растительных остатков и органических удобрений, активизирует деятельность азотфиксирующих микроорганизмов, ослабляет эрозионные процессы на склонах. В конечном итоге, повышается накопление вегетативной массы растений и почвенного перегноя, что более характерно при использовании повышенных норм удобрений. При этом, например, в условиях агрохимических стационаров Приморского края и Амурской области, заложенных соответственно в 1941 и 1962 гг., продолжительное возделывание сельскохозяйственных культур без использования удобрений, а также с внесением высоких доз минеральных удобрений и известки сопровождалось процессом дегумификации, увеличением кислотности, снижением суммы обменных оснований. Дополнительное внесение органических удобрений сдерживало эти процессы [8].

Анализ изменения площади кислых почв в Чувашской Республике между двумя последними циклами обследования показал, что она уменьшилась на 13,5 тыс. га. Важно отметить, что при этом площади почв с реакцией среды близкой к нейтральной и нейтральной увеличились на 85,4 тыс. га (табл. 2). Средняя величина кислотности пахотных почв Чувашской Республики в течение всего времени исследований остается неизменной (средне-взвешенный показатель pH_{KCl} равен 5,7), несмотря на то, что объемы известкования кислых почв сократились, по сравнению с максимально достигнутым в 1989 г. уровнем (101,6 тыс. га), в 10,9 раза. Улучшить ситуацию может реализация федеральной программы по химической мелиорации почвы. В условиях республики важное и действенное участие в этих мероприятиях может принять ООО «Канмаш ДСО», возможности которого позволяют проектировать и производить дробильно-сортировочное оборудование всевозможных типов, а также оказывать полный комплекс сервисных услуг при производстве и внесении известковых удобрений.

В ближайшие 10...15 лет в Нечернозёмной зоне необходимо ежегодно осуществлять химическую мелиорацию на площади 1,6 млн га с внесением около 10 млн т известковых удобрений. Это позволит ежегодно дополнительно производить сельскохозяйственную продукцию в пересчёте на зерно в объёме более 5 млн т [9].

Уровень содержания подвижных форм фосфора принято считать одним из основных признаков окультуренности почв. В частности, величину этого показателя предлагается учитывать при оценке устойчивого развития сельскохозяйственных регионов России на основе характеристики двух блоков – «эколого-ресурсного фундамента» и социально-экономической «надстройки» территории [10].

Результаты исследования изменения сорбционной способности серых

лесных почв Владимирского ополья под влиянием различных систем удобрений с расчетом количественных показателей потенциальной буферной способности почв (РВСП) и изотерм сорбции Лэнгмюра показали, что высокие дозы органических удобрений сильнее уменьшают РВСП, чем внесение минеральных. При этом сильно возрастает доля фосфора минеральных соединений, содержание подвижных форм фосфатов поддерживается на высоком уровне. В вариантах с внесением минерального фосфора в сочетании с навозом доли органического и минерального фосфора находятся на уровне, характерном для удобренных аналогов. Наименьшую энергию связи фосфатов с почвой отмечали при внесении двойной дозы минерального фосфора при максимальной емкости по отношению к фосфат-ионам [11].

В лесостепи Алтайского Приобья в 2001–2018 гг. на чернозёме выщелоченном среднеуглинистом (с содержанием гумуса 3,8 %, подвижного (по Чирикову) фосфора и калия – соответственно 200 и 180 мг/кг, pH_{col} – 6,15 ед. возделывание культур без удобрений при оставлении соломы приводило к отрицательному балансу фосфора в почве 11...14 кг/га в год с нарастанием его дефицита на фоне мелких и глубоких обработок, в сравнении с «нулевыми», и в севообороте, по сравнению с бессменным посевом. Ежегодное внесение $P_{21...25}$ или $N_{27...40} P_{25}$ обеспечивало положительный баланс элемента на уровне 6...9 кг/га в год с интенсивностью 136...182 % [12].

На 1 января 2020 г. в Чувашии 35,5 тыс. га пахотных земель характеризовались очень низкой и низкой обеспеченностью подвижным фосфором, 161,5 тыс. га пашни – средней, 342,6 тыс. га – высокой и очень высокой (табл. 3). Средне-взвешенное содержание подвижного фосфора в пахотных почвах составляло 151,8 мг/кг почвы, что относится к повышенной группе обеспеченности. В период с 1971 по 1998 г. (II...VI циклы)

2. Динамика площадей кислых почв пашни по циклам обследования

| Цикл обследования | Обследованная площадь, тыс. га | Степень кислотности | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|------|--------------|------|-------------|-------|-------------------|-------|-----------------------|-------|-------------|-------|
| | | сильнокислая | | среднекислая | | слабокислая | | всего кислых почв | | близкая к нейтральной | | нейтральная | |
| | | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % |
| V | 724,40 | 7,00 | 0,97 | 67,30 | 9,29 | 253,10 | 34,94 | 327,40 | 45,20 | 267,20 | 36,89 | 129,80 | 17,92 |
| VI | 666,30 | 4,70 | 0,71 | 52,30 | 7,85 | 209,20 | 31,40 | 266,20 | 39,95 | 247,50 | 37,15 | 152,60 | 22,90 |
| VII | 697,50 | 5,40 | 0,77 | 50,90 | 7,30 | 220,70 | 31,64 | 277,00 | 39,71 | 258,80 | 37,10 | 164,00 | 23,51 |
| VIII | 596,40 | 3,70 | 0,62 | 39,10 | 6,56 | 179,90 | 30,16 | 222,70 | 37,34 | 219,10 | 36,74 | 154,60 | 25,92 |
| IX | 614,60 | 2,60 | 0,42 | 28,50 | 4,64 | 178,40 | 29,03 | 209,50 | 34,09 | 258,90 | 42,12 | 146,20 | 23,79 |
| X | 667,20 | 2,90 | 0,43 | 32,40 | 4,86 | 194,10 | 29,09 | 229,40 | 34,38 | 285,90 | 42,85 | 151,90 | 22,77 |
| XI | 739,30 | 3,00 | 0,30 | 28,40 | 3,90 | 184,50 | 24,20 | 215,90 | 28,40 | 334,10 | 45,10 | 189,10 | 26,40 |

3. Динамика содержания подвижного фосфора в почвах пашни по циклам обследования

| Цикл обследования | Обследованная площадь, тыс. га | Группы почв по содержанию подвижного фосфора | | | | | | | | | | | | Средневзвешенное содержание, мг/кг |
|-------------------|--------------------------------|--|-----|---------|-----|---------|------|------------|------|---------|------|---------------|------|------------------------------------|
| | | очень низкое | | низкое | | среднее | | повышенное | | высокое | | очень высокое | | |
| | | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | |
| V | 712,7 | 4,3 | 0,6 | 17,6 | 2,5 | 130 | 18,2 | 199,7 | 28,0 | 237,9 | 33,4 | 123,2 | 17,3 | 161 |
| VI | 666,2 | 3,3 | 0,5 | 11,5 | 1,7 | 115,6 | 17,4 | 179,8 | 27,0 | 224,6 | 33,7 | 131,4 | 19,7 | 166 |
| VII | 697,1 | 3,7 | 0,5 | 13,3 | 1,9 | 112,5 | 16,1 | 186,3 | 26,7 | 255,1 | 36,6 | 126,2 | 18,1 | 162 |
| VIII | 596,2 | 3,2 | 0,5 | 10,1 | 1,7 | 92,1 | 15,4 | 146,6 | 24,6 | 261,4 | 43,8 | 82,8 | 13,9 | 163 |
| IX | 614,6 | 3,8 | 0,6 | 18,9 | 3,1 | 115,5 | 18,8 | 156,3 | 25,4 | 206,2 | 33,6 | 113,9 | 18,5 | 173 |
| X | 667,2 | 4,7 | 0,7 | 24,2 | 3,6 | 140,9 | 21,1 | 172,9 | 25,9 | 215,1 | 32,3 | 109,4 | 16,4 | 155 |
| XI | 739,3 | 5,1 | 0,6 | 30,4 | 4,1 | 161,5 | 21,8 | 199,7 | 26,9 | 248,7 | 33,9 | 93,6 | 12,8 | 151,8 |

зафиксировано увеличение содержания фосфора в пахотном слое почв на 14...77 мг/кг. С 1999 г. началось снижение величины этого показателя, в результате чего к концу 2019 г. доля почв с низкой обеспеченностью подвижным фосфором составила 4,7 % общей площади пашни. В то же время значительную долю занимали почвы, относящиеся к группе с повышенным (26,9 %), высоким (33,9 %) и очень высоким (12,8 %) содержанием этого минерального элемента.

В образцах черноземов Воронежской области, взятых с делянок полевого опыта с однократным внесением разных доз калия после длительного периода отсутствия удобрений, динамику десорбции легкообменного калия наиболее адекватно характеризовало уравнение реакции нулевого порядка и осуществлялась она в результате совместного участия нескольких механизмов. При этом константа скорости реакции закономерно возрастала в соответствии с увеличением дозы вносимых калийных удобрений. С учетом установленной в ряде работ высокой корреляции между количеством калия, переходящего в растения и раствор при проведении динамических опытов, можно сделать вывод об улучшении условий калийного питания растений в ответ на однократное внесение даже небольшого количества этого минерального элемента [13].

Следует отметить, что использование калийных удобрений – один из главных факторов, ограничивающих переход ¹³⁷Cs из почвы в растения и далее по пищевой цепи. Для получения высоких урожаев зеленой массы многолетних трав с удельной активностью, не превышающей допустимые значения, в зоне с плотностью загрязнения 1221...1554 кБк/м² рекомендовано применение полного минерального

удобрения с соотношением N:K, равным 1:1,5 [14, 15].

В исследованиях, проведенных в сухостепной зоне Нижнего Поволжья, установлено, что повышение плодородия светло-каштановых почв возможно в четырехпольном зернопаропропашном биологизированном севообороте с запашкой в почву сидеральной массы озимой ржи и нетоварной части полевых культур. В комплексе это обеспечивает положительный баланс органического вещества, азота и калия в почве на уровне соответственно +3,33 т/га, +40,6 и +43,8 кг/га [16].

Некорневая подкормка растений люцерны в фазе цветения калийными удобрениями (сульфат калия, калимагнезия, монофосфат калия) в дозе 8 кг/га способствует повышению завязываемости бобов на ее соцветиях и увеличению количества нормально развитых семян, что сопровождается ростом семенной продуктивности и улучшением посевных качеств семян [17].

Незначительное снижение содержания подвижного калия в пахотных почвах Чувашии началось с 1989 г. и продолжалось до 2008 г. После этого благодаря республиканской программе по сохранению и восстановлению плодородия почв, применению высоких доз калийных удобрений удалось добиться незначительного повышения содержания подвижного калия. Сокращение объемов калиевания пахотных земель (при содержании подвижного калия менее 120 мг/га почвы), а в дальнейшем и его полное прекращение, привело к ухудшению обеспеченности почвы подвижными формами калия. Площади почв с его низким содержанием (менее 40 мг/кг) к 2020 г. увеличились до 20,5 % общей площади пашни, а средневзвешенное содержание уменьшилось до 121 мг/кг (табл. 4).

4. Динамика содержания обменного калия в почвах пашни по циклам обследования

| Цикл обследования | Обследованная площадь, тыс. га | Группировка почв по содержанию обменного калия | | | | | | | | | | | | Средневзвешенное содержание, мг/кг |
|-------------------|--------------------------------|--|-----|---------|------|---------|------|------------|------|---------|------|---------------|-----|------------------------------------|
| | | очень низкое | | низкое | | среднее | | повышенное | | высокое | | очень высокое | | |
| | | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % | |
| V | 712,7 | 1,8 | 0,3 | 47,9 | 6,7 | 218,0 | 30,6 | 252,9 | 35,4 | 139,4 | 19,6 | 52,7 | 7,4 | 146 |
| VI | 666,2 | 2,1 | 0,3 | 56,6 | 8,5 | 226,7 | 34,0 | 227,1 | 34,1 | 113,1 | 17,0 | 40,6 | 6,1 | 140 |
| VII | 697,1 | 1,9 | 0,3 | 47,0 | 6,7 | 229,3 | 32,9 | 257,3 | 36,9 | 129,0 | 18,5 | 32,6 | 4,7 | 142 |
| VIII | 596,2 | 4,5 | 0,8 | 53,3 | 8,9 | 198,9 | 33,3 | 197,8 | 33,2 | 123,4 | 20,7 | 18,3 | 3,1 | 139 |
| IX | 614,6 | 1,9 | 0,3 | 45,8 | 7,5 | 184,1 | 30,0 | 202,8 | 32,9 | 130,3 | 21,2 | 49,7 | 8,1 | 140 |
| X | 667,2 | 1,9 | 0,3 | 57,4 | 8,6 | 208,3 | 31,2 | 218,2 | 32,7 | 132,1 | 19,8 | 49,3 | 7,4 | 143 |
| XI | 739,3 | 9,6 | 1,5 | 131,6 | 19,1 | 284,6 | 39,0 | 192,4 | 25,2 | 93,4 | 11,9 | 27,7 | 3,5 | 121 |

При внесении дозы 100 кг/га азота с навозными стоками в почву поступает 7,1 кг/га серы, с навозом КРС – 12,5, с компостом соломопомётным – 12,3 кг/га [18]. Исследования проведенные при возделывании яровой пшеницы на черноземе типичном и темно-серой лесной почве показали, что эффективность комплексного минерального удобрения марки NPKS (10-20-20-6), в состав которого входит сера, находилась в прямой зависимости от содержания подвижных форм этого минерального элемента в почве. Так, на черноземе типичном со средним уровнем обеспеченности серой (7,7 мг/кг) ее влияние на урожайность было минимальным: прибавка к варианту NPK (16-16-16) составила 0,5 ц/га при НСР₀₅ – 1,2 ц/га. На темно-серой лесной почве с низким содержанием серы (2,8 мг/кг) при внесении этого элемента сбор зерна культуры возрастал на 2,6 ц/га (НСР₀₅ – 1,2 ц/га) [19].

По содержанию подвижной серы 271,5 тыс. га (49,7 %) пахотных почв республики характеризуются низкой степенью обеспеченности, 222,8 тыс. га (40,8 %) – средней и только 51,8 тыс. га (9,5 %) – высокой (табл. 5).

Агрохимическая и физиологическая роль микроэлементов многогранна. Например, накапливается все больше доказательств того, что бор и кальций действуют синергически при формировании первичной пектиновой сети клеточных стенок, изменения в свойствах которых влияют на рост растений. Пектины клеточных стенок, в частности рамногалактуронан-II, содержат более 60 % от общего количества бора в клетке. Многочисленные исследования показали, что бор – необходимый микроэлемент при развитии бобово-ризобияльного симбиоза [20, 21].

В условиях Самарской области обработка вегетирующих посевов подсолнечника биостимуляторами роста Аминокат 10 % + Келкат Бор в среднем за 2 года обеспечивала увеличение сохранности растений до 75,6...87,7 %, а массы семян с 10 корзинок – до 460...475 г [22].

По содержанию подвижного бора почвы республики характеризуются в основном как средне и высоко обеспеченные. Из обследованных 713,3 тыс. га пашни только 16,9 тыс. га, или 2,0 % относились к почвам с низкой степенью обеспеченности, 90,3 тыс. га (12,7 %) отличались средней обеспеченностью

5. Результаты агрохимического обследования почв по содержанию микроэлементов и серы (на 01.01.2020 г.)

| Элемент | Обследованная площадь, тыс. га | Степень обеспеченности | | | Средневзвешенное содержание, мг/кг |
|----------|--------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| | | низкая, тыс. га | средняя, тыс. га | высокая, тыс. га | |
| Бор | 713,3 | 16,9 | 90,3 | 606,1 | 1,23 |
| Молибден | 362,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Марганец | 640,4 | 222,8 | 277,4 | 140,2 | 5,38 |
| Медь | 632,0 | 2,2 | 13,3 | 616,0 | 1,22 |
| Цинк | 632,0 | 424,2 | 150,2 | 57,6 | 15,3 |
| Кобальт | 713,3 | 258,3 | 424,3 | 30,7 | 1,3 |
| Сера | 546,1 | 271,5 | 222,8 | 51,8 | 1,23 |

и 606,1 тыс. га (85,3 %) – высокой. Средневзвешенное содержание подвижного бора в почвах зоны обслуживания ФГБУ «ЦАС «Чувашский» составляет 1,23 мг/кг.

В целом по республике содержание подвижного молибдена определяли на площади 362,0 тыс. га, присутствие этого элемента в почвах не обнаружено.

Марганец активизирует многочисленные ферменты. В Белгородской области в 2010–2014 гг. низкая обеспеченность (менее 10 мг/кг) подвижными формами этого элемента была характерна для 54,4 % пахотных почв, средняя (10,1...20,0 мг/кг) – для 41,5 % и только 4,1 % почв относились к категории высокообеспеченных (более 20 мг/кг) [23, 24]. Среди основных бобовых культур, возделываемых в этом субъекте Федерации, отмечена очень высокая способность поглощать марганец у белого люпина. В его зерне среднее содержание этого минерального элемента достигает 1065 мг/кг, что в 44 раза больше, чем в семенах сои, и в 120 раз, по сравнению с семенами гороха [25].

На содержание подвижного марганца в республике обследовано 640,4 тыс. га, из них 277,4 тыс. га (43,3 %) отличаются средней обеспеченностью, 222,8 тыс. га (34,8 %) – низкой и 140,2 тыс. га (21,9 %) – высокой.

Медь – один из биологически значимых, незаменимых микроэлементов. В условиях европейского северо-востока России почвы аккумулятивных ландшафтов богаче соединениями цинка и меди, чем элювиальные. Гумусовые горизонты служат для них геохимическим барьером [26].

В условиях Белгородской области при внесении за ротацию пятипольного зернопропашного севооборота 40 т/га навоза КРС формируется положительный баланс Zn, Cu, Co, Mo, Cr, Ni, Cd, Pb, Hg, As, однако это не представляет экологической опасности, поскольку расчетное время их накопления в почве до уровня ОДК/ПДК составляет тысячи лет. Использование 20 т/га компоста соломопомётного также приводит к формированию положительного баланса всех элементов, за исключением ртути. Причем наиболее интенсивно в почве накапливаются цинки и медь, прогнозируемое время достижения ОДК которых составляет соответственно 202 и 262 года [27].

На равнинно-предгорном массиве Северного Кавказа содержание подвижных форм меди и цинка в почвах не превышает предельно допустимых концентраций. Луговые травостои не накапливают цинк, медь, свинец и кадмий в количествах, превышающих максимально допустимые уровни. В целом по предгорным районам Краснодарского края содержание цинка в сене составляет 11,0...25,0 мг/кг, меди – 1,8...9,0 мг/кг, свинца – 0,2...2,0 мг/кг, кадмия – 0,06...0,24 мг/кг [28].

Снижение негативного воздействия тяжелых металлов на биологическую активность почвы возможно под влиянием природных цеолитов. Повышая поглощательную способность почвы, они способствуют иммобилизации подвижных форм тяжелых металлов. Достоверное уменьшение содержания меди под их влиянием отмечено при дозах 15...30 т/га, свинца – 20 т/га и более, цинка – 25 т/га и более [29].

Перспективное направление наращивания производства семян подсолнечника в условиях Среднего Поволжья – применение биологических препаратов и жидких удобрительно-стимулирующих составов, увеличивающих силу роста всходов и ускоряющих переход растений на автотрофное питание. Защитный эффект биопрепаратов и хелатной формы меди снижает зараженность семян и посевов патогенами корзиночных и корневых гнилей. Количество пораженных растений уменьшается на 35...38 %. Положительное влияние двух факторов (дополнительное питание и защита от болезней) служит основой формирования высокопродуктивных агроценозов, обеспечивающих дополнительный сбор 0,26...0,27 т/га маслосемян [30].

На содержание меди в Республике Чувашия обследовано 632,0 тыс. га пахотных земель, из них 616,0 тыс. га (97,5 %) характеризуются высокой степенью обеспеченности этим элементом. На долю почв с низким содержанием меди приходится 2,2 тыс. га или 0,3 %, со средним – 13,3 тыс. га (2,2 %).

Цинк в растениях играет важную роль в физиологических процессах. Почвообразование на бескарбонатном покровном суглинке за 49 лет под различными модельными фитоценозами в почвенных лизиметрах стационара МГУ им. М.В. Ломоносова привело к уменьшению

кислотности, увеличению содержания органического вещества, микроэлементов и тяжелых металлов в поверхностном слое почв. Максимальное накопление тяжелых металлов отмечено в подстилке и на глубине 2...15 см. Содержание Zn под древесной растительностью было больше, чем в исходном суглинке, в 18...20 раз, под травянистой растительностью – в 14...16 раз, в почве без растений – в 5 раз. Разница в масштабах накопления тяжелых металлов в почвах под модельными фитоценозами и в почвах без растений определялась биогенным накоплением и аэральным переносом пыли. Содержание цинка в пыли превышало его количество в исходном суглинке в 200...300 раз, свинца – в 20...40 раз, никеля – в 6...60 раз, стронция и бария – в 20...30 раз [31].

Предпосевная обработка семян стимулирующими составами повышала урожайность озимой ржи сорта Радонь. При этом максимальный эффект обеспечивало применение цинк-медь содержащего хелатного соединения, в концентрации 4 л/т [32].

На обеспеченность подвижным цинком почвы Чувашской Республики обследованы на площади 632,0 тыс. га, из них 424,2 тыс. га (67,1 %) были отнесены к почвам с низким содержанием этого минерального элемента, 150,2 тыс. га (23,8 %) – со средним и 57,6 тыс. га (9,1 %) – с высоким.

Роль кобальта в питании растений мало изучена. Известно, например, что небольшое количество этого микроэлемента требуется бобовым культурам для усиления работы клубеньковых бактерий. Содержание кобальта в растениях колеблется от 0,01 до 0,85 мг/кг сухой массы и в среднем составляет 0,2 мг/кг. В Чувашской Республике низкая степень обеспеченности кобальтом характерна для 36 % почв сельскохозяйственных угодий, средняя – почти для 60 %.

Выводы. Таким образом, как показывают результаты агрохимического обследования пахотных земель на 1 января 2020 г., в Чувашии наблюдается процесс снижения содержания подвижного фосфора и калия в почвах, выявлена высокая обеспеченность почв подвижным бором и медью, при дефиците цинка. Для сохранения и восстановления плодородия почв, а также обеспечения положительного баланса гумуса и питательных элементов необходимо увеличить объемы известкования почв с кислой реакцией среды до 40 тыс. га, фосфоритования – до 20 тыс. га, внесения органических удобрений – до 7,6 т/га, минеральных удобрений (NPK) – до 150 кг/га.

Литература.

1. Андреев С. И. Почвы Чувашской АССР. Чебоксары: Чувашское книжное издательство, 1971. Т. 1. 358 с.

2. Почвы Чувашии и их рациональное использование / под ред. А. П. Кудряшова. Чебоксары: Чувашское книжное издательство, 1987. 160 с.
3. Ерёмин Д. И. Изменение содержания и качества гумуса при сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья // Почвоведение. 2016. № 5. С. 584–592.
4. Ахметзянов М. Р., Таланов И. П. Продуктивность зернотравяного севооборота в зависимости от заделки навоза, соломы и промежуточного сидерата // Вестник Казанского ГАУ. 2019. Т. 14. № 4 (56). С. 11–15.
5. Влияние систематического применения удобрений в девятипольном зернопаропашном севообороте на баланс гумуса (С) в черноземе обыкновенном / А. В. Парамонов, А. В. Федюшкин, С. В. Пасько и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 9. С. 9–11.
6. Химическая мелиорация в условиях безотвальной системы основной обработки почвы / Л. М. Х. Бикинина, И. А. Яппаров, Е. И. Ломако и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 9. С. 5–8.
7. Буровые шламы и повышение урожайности сельскохозяйственных культур / Р. Р. Ахметзянова, З. М. Халиуллина, А. М. Петров и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 4-2 (47). С. 83–86.
8. Бурдуковский М. Л., Голов В. И., Ковшик И. Г. Изменение агрохимических свойств основных пахотных почв юга Дальнего Востока при длительном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 2016. № 10. С. 1244–1250.
9. Чекмарев П. А., Купреев Е. М., Ермаков А. А. К проблеме кислотности почв Нечерноземной зоны Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 7. С. 14–19.
10. Деградация земель и проблемы устойчивого развития / А. С. Яковлев, О. А. Макаров, М. В. Евдокимова и др. // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1167–1174.
11. Рогова О. Б., Колобова Н. А., Иванов А. Л. Сорбционная способность серой лесной почвы в отношении фосфора в зависимости от системы удобрения // Почвоведение. 2018. № 5. С. 573–579.
12. Баланс фосфора и обеспеченность им выщелоченного чернозёма в зависимости от севооборота, приемов обработки и удобрений в лесостепи Алтайского Приобья / В. И. Усенко, С. В. Усенко, Т. А. Литвинцева и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 10. С. 14–17.
13. Динамика десорбции подвижного калия из черноземов / Т. А. Соколова, Д. Н. Осипова, С. Е. Иванова и др. // Почвоведение. 2018. № 8. С. 965–976.
14. Роль минерального калия в снижении поступления ¹³⁷Cs в кормовые травы и повышении их урожайности на радиоактивно загрязненных угодьях / Н. М. Белоус, Е. В. Смольский, С. Ф. Чесалин и др. // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 4. С. 543–552.
15. Применения минеральных удобрений при коренном улучшении радиоактивно загрязненных пойменных угодий / С. Ф. Чесалин, А. П. Сердюков, Л. М. Батуро и др. // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С. 45–49.
16. Перспективные полевые севообороты в Нижнем Поволжье / А. И. Беленков, А. В. Зеленов, Р. Х. Уришев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 1 (43). С. 9–14.
17. Ахметзянова Р. Р. Прием повышения семенной продуктивности люцерны // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 3 (41). С. 5–8.
18. Лукин С. В., Жуйков Д. В. Мониторинг содержания серы в почвах, растениях и органических удобрениях // Земледелие. 2019. № 2. С. 10–12.
19. Лазарев В. И., Чевычев А. Б. Эффективность комплексных удобрений, содержащих серу, на черноземных и серых лесных почвах курской области при возделывании яровой пшеницы // Земледелие. 2016. № 5. С. 29–32.
20. Boron and calcium induce major changes in gene expression during legume nodule organogenesis. Does boron have a role in signalling? / M. Redondo-Nieto, N. Maunoury, P. Mergaert, et al. // New Phytol. 2012. Vol. 195. No. 1. P. 14–19. doi: 10.1111/j.1469-8137.2012.04176.x.
21. Цыганова А. В., Цыганов В. Е. Растительная клеточная стенка в симбиотических взаимодействиях. Пектины // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 3. С. 446–457.
22. Киселева Л. В., Васин В. Г., Жижин М. А. Сравнительная продуктивность гибридов подсолнечника при применении биостимуляторов роста в условиях Самарской области // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 54-1 (55). С. 59–63.
23. Лукин С. В. Динамика агрохимических показателей плодородия пахотных почв юго-западной части Центрально-Черноземных областей России // Почвоведение. 2017. № 11. С. 1367–1376.
24. Чекмарев П., Лукин С. Динамика плодородия пахотных почв, использования удобрений и урожайности основных сельскохозяйственных культур в Центрально-Черноземных областях России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 4. С. 41–44.
25. Жуйков Д. В. Мониторинг содержания марганца в агроэкозапах // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 3. С. 19–22.
26. Лодыгин Е. Д. Содержание кислоторастворимых форм меди и цинка в фоновых почвах Республики Коми // Почвоведение. 2018. № 11. С. 1322–1329.
27. Лукин С. В., Селюкова С. В. Агроэкологическая оценка влияния органических удобрений на микроэлементный состав почв // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 12. С. 61–65.
28. Забашта А. В., Забашта Н. Н., Лисовицкая Е. П. Накопление тяжелых металлов в почвах предгорных районов Краснодарского края // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 22–26.
29. Природные цеолиты как элемент экологизации земледелия Башкирского Зауралья / М. Б. Суяндуква, Я. Т. Суяндуква, Х. М. Сафин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 4. С. 25–30.
30. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена / Р. М. Низамов, С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 38–40.
31. Плеханова И. О., Абросимова Г. В. Особенности формирования микроэлементного состава и свойств почв модельных фитоценозов почвенных лизиметров // Почвоведение. 2016. № 4. С. 420–433.
32. Асрудинава Р. А. Влияние некоторых удобрительных составов на урожайность озимой ржи сорта Радонь // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 4 (42). С. 10–14.

Agrochemical characteristics of the soils of the Chuvash Republic

P. A. Chekmarev¹, A. P. Korshunov²

¹Committee for the Development of the Agroindustrial Complex of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation, ul. Il'inka, 6/1, c. 1, Moskva, 109012, Russian Federation

²Center of Agrochemical Service «Chuvashskii», ul. Tsentral'naya, 1, pos. Opytnyi, Tsivil'skii r-n, Respublika Chuvashiya, 429911, Russian Federation

Abstract. A periodically repeated complex agrochemical and ecological-toxicological survey on the entire area of agricultural land is the optimal form of monitoring soil fertility indicators. The study aimed to characterize the current state of soil fertility in the Chuvash Republic. At the beginning of 2020, the service area of the State Center for Agrochemical Service "Chuvashsky" included 940,900 hectares of agricultural land, including 753,800 hectares of arable land, 10,200 hectares of perennial plantations and 145,400 hectares of hayfields and 145,400 hectares of pastures. The main part of the territory (97%) is located on the right, southern side of the Volga, the remaining 3% is a part of the Zavolzhskaya lowland, represented by a wide floodplain and terraces above the floodplain, with a height from 20–30 to 60 m above sea level. Since 1965, 11 cycles of agrochemical soil survey have been carried out on the territory of the republic. In soil samples, the acidity of the salt extract, the content of mobile phosphorus and potassium, humus, and mobile forms of trace elements (copper, zinc, cobalt, manganese and boron) were determined. According to the results of an agrochemical survey as of January 1, 2020, in Chuvashia, there is a decrease in the content of mobile phosphorus and potassium in soils, their high provision with mobile boron and copper was revealed, with a zinc deficiency. To preserve and restore fertility, as well as to ensure a positive balance of humus and nutrients, it is necessary to increase the volume of liming of soils with an acidic reaction of the environment to 40,000 hectares, the application of phosphorus fertilizers – up to 20,000 hectares, of organic fertilizers – up to 7.6 t/ha, of mineral fertilizers (NPK) – up to 150 kg/ha.

Keywords: soil fertility; agrochemical properties; humus; acidity; phosphorus; potassium; trace elements.

Author Details: P. A. Chekmarev, D. Sc. (Agr.), member of the RAS, chairman (e-mail: polprchuv@cap.ru); A. P. Korshunov, acting director (e-mail: agrohimp_21@mail.ru).

For citation: Chekmarev PA, Korshunov AP. [Agrochemical characteristics of the soils of the Chuvash Republic]. *Zemledelie*. 2020. (8):24–8. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10805.