

Библиографический список

1. Гудковский В.А. Антиокислительный комплекс плодов и ягод и его роль в защите живых систем (человек, растение, плод) от окислительного стресса и заболеваний // Сборник научных тр. / ВНИИ садоводства. – Мичуринск, 2001. – Т. 1. – С. 76-88.
2. Северин В.Ф. Черная смородина в Сибири: технология выращивания, заготовка и переработка. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 92 с.
3. Северин В.Ф., Кандаурова В.В. Производство смородины черной в Западной Сибири и её рентабельность // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2002. – № 3. – С. 143-150.
4. Северин В.Ф. Зимостойкость генеративных органов смородины и методические основы её предварительного определения. – Бердск: МОО «Пеликан». 1996. – 25 с.
5. Северин В.Ф. Адаптационные возможности сортов черной смородины к изменению температурного фактора и задачи селекции // Сельскохозяйственная биология. Сер. Биология растений. – 1998. – № 5. – С. 47-52.
6. Северин В.Ф., Байкова Г.Н. Потенциальная продуктивность черной смородины и срок эксплуатации насаждений в промышленном саду // Научные аспекты совершенствования индустриальных технологий возделывания ягодных культур: научн. тр. НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 1992. – С. 78-91.
7. Техно-рабочий проект организации территории, реконструкции и закладки многолетних насаждений в совхозе «Перспективный». Филиал Всероссийского проектно-изыскательского института садоводства «Россадпроект». – Барнаул, 1981.
8. Методика государственного испытания плодовых, ягодных и орехоплодных культур на госсортоучастках. – М.: Колос, 1973.



УДК 631.434:631.445.2(571.51)

Е.Н. Белоусова

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БЕЛИТОВОЙ МУКИ НА ДИНАМИКУ МАКРОАГРЕГАТОВ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ

***Ключевые слова:** структура, агрегаты, влажность почвы, гранулометрический состав, минеральные удобрения, белитовая мука, агрономически ценная фракция.*

Введение

В зоне подтаежных ландшафтов серые лесные почвы занимают более 70%, составляя ее основной пахотный фонд. Известно, что получение значимых урожаев сельскохозяйственных растений без регулирования их питания на почвах элювиального ряда ограничено. Применение средств химизации является фактором, определяющим характер поступления в почву и трансформацию органических веществ, скорость и направленность биологических процессов. Это сопровождается преобразованием почвы на макроагрегатном уровне ее организации.

Цель работы – оценить влияние влажности почвы и ее гранулометрического

состава на динамику макроструктурных компонентов в условиях агрогенного воздействия.

Объекты и методы

Исследования проводились на многолетнем полевом стационаре Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства (КНИИСХ), размещенном на территории землепользования ТОО «Зареченское» Тухтетского района в пределах зоны травяных лесов Ачинского округа (56⁰ с.ш. и 88⁰ в.д.). В годы наблюдений распределение тепла и влаги было неодинаковым (табл. 1). Сумма осадков за летний период первого года наблюдений превысила среднесуточную норму, а среднесуточная температура воздуха составила 15,4⁰С. Вегетационный сезон следующего года исследований отличается более благоприятными гидротермическими условиями.

Таблица 1

Метеорологические условия в годы проведения исследований

Показатель		Месяцы					Год
		VI	VII	VIII	IX	X	
Температура воздуха, °С	Средняя многолетняя	15,7	18,3	14,8	8,8	0,8	-0,1
	1-й год исследований	17,4	17,3	16,7	9,8	-1,4	0,5
	2-й год исследований	18,1	16,3	17,9	9,6	4,1	1,4
Сумма осадков, мм	Средняя многолетняя	61,0	74,0	73,0	50,0	44,0	495,0
	1-й год исследований	66,8	60,0	76,0	29,3	56,0	570,5
	2-й год исследований	56,8	94,4	21,8	55,8	30,5	488,6

Таблица 2

Гранулометрический состав светло-серой лесной почвы

Варианты	Глубина, см	Содержание фракций, %						
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
1. Яр. пшеница/овес, без удобрений	0-20	15,2	14,8	31,0	10,0	12,9	16,1	39,0
	20-40	16,5	13,7	28,1	8,7	13,0	19,9	41,6
2. Яр. пшеница/овес, N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	14,6	16,4	28,9	9,5	13,4	17,0	40,1
	20-40	18,1	10,5	29,6	10,5	12,8	17,5	41,8
3. Яр. пшеница/овес, N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + б.м.	0-20	14,3	12,6	33,0	10,0	14,0	16,1	40,1
	20-40	13,6	11,7	32,1	11,2	13,5	17,9	42,6

Таблица 3

Показатели химических и физико-химических свойств светло-серой лесной почвы

Варианты	Глубина, см	Гумус, %	рН		S	H _r	ЕКО	V, %
			H ₂ O	KCl				
1. Яровая пшеница/овес, без удобрений	0-20	3,1	5,5	5,4	16,3	3,3	19,6	83,2
	20-40	1,9	5,5	4,9	14,8	3,2	18,0	82,2
2. Яровая пшеница/овес, N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	3,0	5,5	5,4	15,9	3,3	19,2	82,8
	20-40	1,9	5,4	5,0	10,3	3,5	13,8	74,6
3. Яровая пшеница/овес, N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + б.м.	0-20	2,9	5,5	5,4	14,3	3,8	18,1	79,0
	20-40	1,8	5,2	5,0	10,8	3,4	14,2	76,0

Объект исследований – светло-серая глубоковскипающая среднemocная тяжелосуглинистая иловато-крупнопылеватая почва (табл. 2). Характерной особенностью гранулометрического состава почвы является преобладание крупнопылевой фракции по сравнению с частицами средней и мелкой пыли.

Агрохимическая характеристика светло-серой почвы иллюстрирует ее отличительные черты: при морфологически выраженном подзолистом горизонте и сравнительно низких значениях обменной кислотности наблюдаются относительно низкая гидролитическая кислотность и высокое содержание поглощенных оснований (табл. 3). Причиной слабой оподзоленности почв элювиального ряда являются не только свойства почвообразующих пород, но и характер растительного покрова и гидротермического режима [1].

Экспериментальная часть

Схема опыта включала варианты: 1) без удобрений (контроль); 2) N₉₀P₉₀K₉₀;

3) N₉₀P₉₀K₉₀+б.м. (белитовая мука). Азотные удобрения представлены аммиачной селитрой, фосфорные – двойным суперфосфатом, калийные – хлористым калием. На делянках обозначенных вариантов закладывали прикопки на глубину 50 см. Динамика структурного состава изучалась ежемесячно (приурочивая к основным фазам развития зерновых культур) на протяжении двух вегетационных периодов: почвенные образцы из слоев 0-20 и 20-40 см отбирали в трехкратной повторности и послойно с интервалом 10 см для определения влажности. В первый год исследований высевали яровую пшеницу, во второй – овес. Гранулометрический состав определяли методом пипетки по Н.А. Качинскому, структурный состав – по Н.И. Саввинову при естественной влажности почвенных образцов, поскольку предварительное высушивание почвенного образца является операцией искусственной и влечет за собой искажение результатов [2, 3]. Статистическая обработка данных

проведена с использованием компьютерных программ MS Excel, Statistica.

Результаты и их обсуждение

Полевые наблюдения показали, что почва делянок, занятых посевами яровой пшеницы (без удобрений), характеризуется отличным структурным состоянием. Характер динамики АЦФ (агрономически ценных фракций) в слое почвы 0-20 см указывает на достоверное их снижение к июлю, а среди агрегатов ценного размера наибольший «вес» составляет фракция величиной 2-1 мм (рис. 1). В этот промежуток времени у зерновых растений усиленно растут листья и соломина, формируются соцветия и цветки, интенсивно использующие влагу. Иссущение почвы сопровождается уплотнением, способствуя образованию значительной доли глыбистых отдельностей. Содержание агрономически ценных агрегатов в августе вновь возрастает, в их составе по-прежнему господствует мелкозернистая фракция. Формирование АЦФ в этом слое определялось умеренной силой связи с влажностью почвы ($r = 0,55 \pm 0,32$) (рис. 1).

Обнаруженные явления, очевидно, обусловлены преобладанием в гранулометрическом составе почвы крупнопылеватых частиц (табл. 2). Согласно материалам, доминирующим минералом этой фракции является кварц [4]. Поэтому процессы набухания-усадки не реализуются в полной мере вследствие образования каркаса из крупных частиц. В результате почва, состоящая из агрегатов крупного размера, довольно быстро теряет некоторое количество влаги на физическое испарение, «сообщая» о ее дефиците нижележащему слою.

С глубиной влажность почвы к середине вегетационного сезона снижалась до 11,2%, а образование АЦФ напрямую определялось уровнем влагообеспеченности ($r = 0,85$). Структурный состав почвы слагался агрегатами 10-1 мм, на их долю приходилось 70%. Такая направленность изменений структуры почвы обуславливается различиями в гидротермическом режиме каждого слоя. По мнению М.П. Лысенко, быстрое испарение воды увеличивает градиент влажности между поверхностью и внутренними частями почвы, вода находится в прочносвязанном состоянии и не компенсирует испаряющуюся с поверхности почвы воду [5].

До вхождения растений овса в фазу кущения интенсивно нарастание его корневой массы способствовало формирова-

нию значительного количества агрегатов ценного размера в пахотном слое почвы. В последующий период в структурном составе отмечалось увеличение крупных фракций 10-7 мм и заметная убыль агрегатов 2-1 мм, что совпадало с периодом активного роста и развития полевой культуры, атмосферной засухой. Это иллюстрируется образным выражением П.А. Костычева: «корни гонятся за водой и ради нее энергично роют почву, обсаживают каждую встреченную частицу почвы, слизывают с нее тончайшие пленки воды» (цит. по Вериге с соавт., 1964) [6].

В августе потребность растений во влаге сокращается. Атмосферные осадки, пополняя уровень полевой влажности, способствовали проявлению действия межмолекулярных сил, сообщающих коллоидам почвы и поверхности почвенных частиц клеящую способность. Поэтому выход агрегатов $>0,25$ мм опустился достоверно ниже июньского и июльского сроков наблюдений (рис. 1). Распределение почвенных макроагрегатов подпахотного слоя свидетельствует о преобладании в структурном составе крупнокомковатых отдельностей и заметное снижение агрегатов 2-1 мм. Их образование определялось уровнем полевой влажности с $r = 0,58 \pm 0,29$.

Различия в динамическом «поведении» макроагрегатов по годам можно объяснить и неодинаковым отношением культур к условиям произрастания.

Так, яровая пшеница – культура весьма требовательная к почвенным и гидротермическим условиям, испытывала дефицит элементов питания. В связи с этим растения вынуждены заглублять корни в почву, расходуя на это пластические вещества в ущерб нарастанию вегетативной массы. Отсюда затягивание периода созревания и продление активного функционирования корневой системы. Овес, в свою очередь, отличается меньшей требовательностью к плодородию почвы вследствие хорошо развитой корневой системы. Поэтому он сравнительно быстро формирует надземные органы и проходит соответствующие фазы развития. Наиболее контрастно это проявляется при использовании минеральных удобрений.

Количество агрегатов ценного размера в пахотном слое почвы удобренной яровой пшеницы было равным в начале и конце вегетационного периода (рис. 2). Наибольший выход макроагрегатов выявлен в июле – 88%. Среди них 36% приходится на долю агрегатов диаметром 2-1 мм. Под

действием полного минерального удобрения растения яровой пшеницы сильно кустились, стеблестой был более плотным и высоким. По-видимому, и испарение влаги с поверхности почвы происходило менее интенсивно по сравнению с почвой контрольных делянок, а влажность почвы здесь была выше на 4-5% (рис. 2). В период прохождения однолетними растениями фазы молочной спелости запасы почвенной влаги оказались неустраиваемыми. В структурном составе почвы наблюдалась

тенденция к образованию отдельностей размером 10-7, 7-5 мм.

Подпахотный слой почвы отличался большим содержанием АЦФ в июне и августе. В середине сезона снижение уровня полевой влажности сопровождалось образованием глыб (рис. 2). Структурный состав слагался фракциями > 2 мм. Выход агрегатов ценного размера напрямую определялся содержанием влаги в почве, $r = 0,93$.

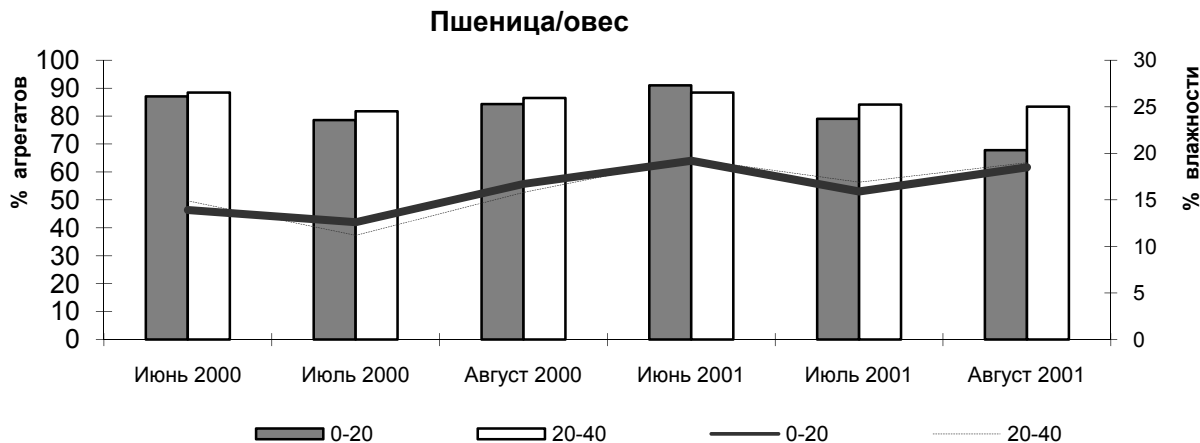


Рис. 1. Распределение АЦФ и влажности светло-серой лесной почвы

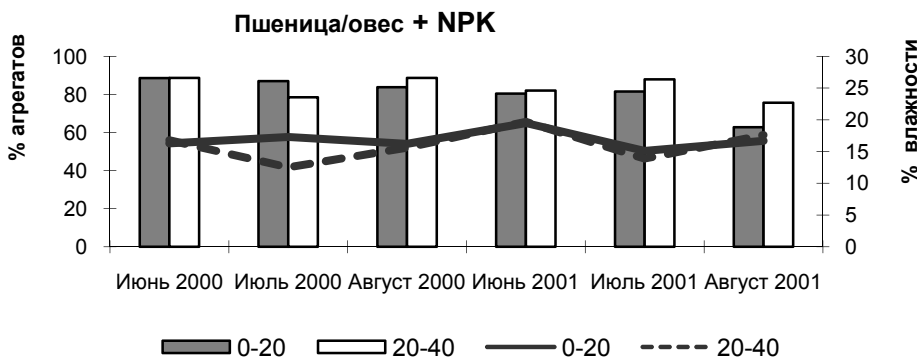


Рис. 2. Распределение АЦФ и влажности светло-серой лесной почвы

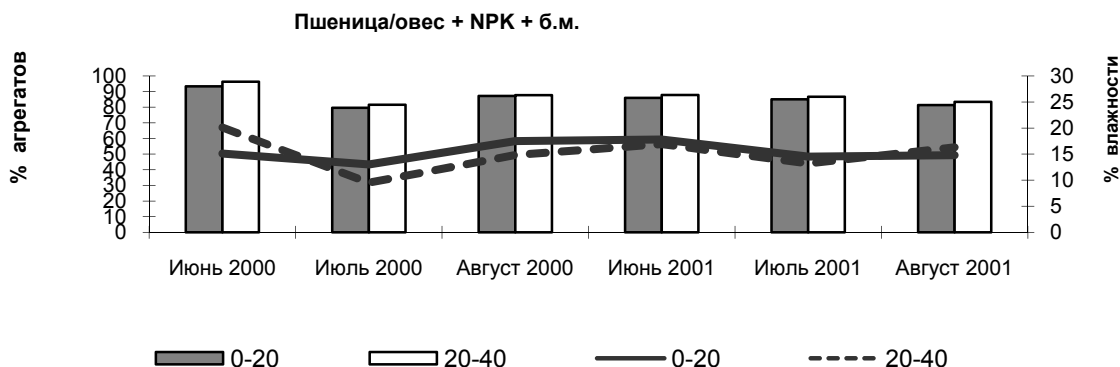


Рис. 3. Распределение АЦФ и влажности светло-серой лесной почвы

Динамика структурного состава 0-20 см слоя почвы под удобренным овсом указывает на слабую зависимость от уровня полевой влажности ($r = 0,09$). Среди агрегатов ценного размера преобладали крупнокомковатые и крупнозернистые отдельности. В августе глыбообразование способствовало значительному их снижению ($t_{\text{ф}} > t_{\text{т}}$). Очевидно, внесение удобрений не способствовало повышению биомассы корней овса. Данные О.С. Осиповой и Г.В. Еремеевой свидетельствуют о существенном превышении надземной фитомассы (14,6 т/га) над продукцией корней (0,9 т/га) [7], большая доля которых, по материалам В.В. Чупровой, начинает отмирать уже с момента цветения [8].

В слое 20-40 см выявлено изменение характера взаимосвязи образования ценных макроагрегатов от уровня увлажнения ($r = -0,67$). Структурный состав этой почвенной толщи сформирован комочками величиной 7-5, 5-3, 3-2 мм. Агрехимические показатели свидетельствуют об отрицательном влиянии минеральных удобрений на почву слоя 20-40 см (табл. 3). Очевидно, здесь проявляется сочетание природного элювиального процесса и физиологически кислых минеральных удобрений. Исследования, показывают, что ион аммония оказывает диспергирующее действие на илистую фракцию, увеличивая величину общей удельной поверхности [9]. Экранированные от взаимодействия друг с другом высокодисперсные глинистые частицы обладают избытком поверхностной энергии, которая целиком расходуется на водоудержание и в конечном итоге приводит к уплотнению [2].

Предполагается, что чем сырее зона, тем крупнее должны быть оптимальные размеры агрегатов. Их образование связано с проявлением действия сил в определенном интервале влажности. При снижении влажности почва растрескивается и распадается на крупные фрагменты. Когда влажность увеличивается, действие капиллярных и ионно-электростатических сил исчезает, что указывает на образование в пахотном слое светло-серой лесной почвы макроагрегатов (10-0,25 мм) и на сильную обратную связь их с илом и физической глиной ($r = -0,9$; $r = -0,8$ соответственно), а с фракцией крупного песка, напротив, отмечена сильная положительная связь этих параметров ($r = 0,9$). В слое 20-40 см выявлена прямая сильная и

средняя связь с фракциями крупной и средней пыли ($r = 0,8$; $r = 0,6$ соответственно) и сильная обратная связь с фракцией мелкого песка ($r = -0,8$). Такие зависимости обязаны негативной роли илистой фракции, которая обнаруживается в почве при превалировании восстановительных процессов при переувлажнении, низком содержании гумуса и насыщенности ППК водородом [10].

В 0-20 см слое почвы делянок, занятых яровой пшеницей, где минеральные удобрения применялись на фоне белитовой муки, количество фракций размером 3-2, 2-1 мм в июне значительно превышало их наличие в почве контрольного и удобренного вариантов. В июле выход агрегатов АЦФ достоверно снизился относительно июня и августа (рис. 3). Совместное внесение минеральных удобрений и белитовой муки обуславливает увеличение массы корней на 49-62% и усиленное использование ими почвенной влаги [11]. Статистические характеристики свидетельствуют о прямой зависимости образования агрегатов ценного размера с влажностью почвы ($r = 0,58 \pm 0,3$). Сезонный ритм фракций макроагрегатов в почве делянок, засеянных овсом, выявил существенное преобладание агрегатов диаметром 7-5, 5-3 и 3-2 мм в сравнении с почвой контрольного и удобренного вариантов. Оказалось, что выход агрегатов ценного размера в августе был значительно выше, чем в почве первых двух вариантов. По-видимому, применение белитовой муки и ее влияние на агрохимический фон почвы позволяют расширить интервал влажности структурообразования и обеспечить образование мелко- и крупнокомковатых отдельностей.

Поликремниевые кислоты белитовой муки способны связывать механические элементы за счет образования кремневых мостиков между частицами ила. Колеблемость АЦФ обусловлена изменением влажности почвы на 36%. Структурное состояние почвенной толщи 20-40 см характеризовалось как отличное. Среди агрегатов $>0,25$ мм обособливаются фракции размером 5-3, 3-2, 2-1 мм.

Выводы

1. Крошение светло-серой лесной почвы на агрегаты осуществляется в узком диапазоне влажности. Небольшое увеличение или уменьшение содержания влаги приводит к резкому изменению структур-

ного состояния и свидетельствует о грубодисперсном составе почвы.

2. Внесение минеральных удобрений сопровождается увеличением влажности почвы пахотного слоя и ослабляет ее влияние на образование агрономически ценных агрегатов. С глубиной проявляется диспергирующее воздействие физиологически кислых минеральных удобрений, что определяет достоверно обратный характер зависимости АЦФ от уровня влажности.

3. Использование минеральных удобрений на фоне белитовой муки позволяет восстановить способ структурной организации светло-серой лесной почвы.

Библиографический список

1. Вередченко Ю.П. Агрофизическая характеристика почв центральной части Красноярского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 175 с.

2. Воронин А.Д. Основы физики почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 244 с.

3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

4. Личманова А.И. Некоторые свойства фракций светло-серой лесной почвы // Почвоведение. – 1962. – № 6. – С. 58-69.

5. Лысенко М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов. – М., 1980.

6. Вериго С.А., Мاستинская С.Б., Разумова Л.А. Влажность почвы под сельскохозяйственными культурами в период вегетации // Доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов. – М.: Наука, 1964. – С. 93-98.

7. Осикова О.С., Еремеева Г.В. Агроэкология и устойчивое развитие регионов // Материалы II Всерос. науч. конф. студ. и мол. уч. – Красноярск, 2000. – 109 с.

8. Чупрова В.В. Поступление и разложение растительных остатков в агроценозах Средней Сибири // Почвоведение. – 2001. – № 2. – С. 204-214.

9. Тюгай З.Н. Влияние длительного систематического применения минеральных удобрений на минералогический состав и физико-химические свойства илистой фракции дерново-подзолистой почвы // Вест. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. – 1982. – № 3. – С. 56-61.

10. Балтян К.И. Повышение эффективности удобрений в нечерноземной полосе. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 156 с.

11. Рудой Н.Г. Агрохимия почв Средней Сибири: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2004. – 167 с.



УДК 631.81:631.445.52(571.13)

Ю.А. Азаренко

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОЧВАХ СОЛОНЦОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: микроэлементы, растения, коэффициенты биологического поглощения, лугово-черноземные, черноземно-луговые почвы, солонцы.

Введение

Необходимость изучения микроэлементного состава растений вызвана их многосторонней геохимической ролью в биосфере. Растительность является начальным звеном биологического круговорота, создающим первичную продукцию в ландшафтах. Она выступает в роли одного из ведущих факторов почвообразования и миграции химических элементов.

В экологическом аспекте растительность рассматривается как звено пищевой цепи, источник поступления минеральных веществ в организм животных и человека. Сбалансированность макроэлементного и микроэлементного составов растений определяет как их биологическую продуктивность, так и состояние здоровья животных. С этой точки зрения определенный интерес представляет изучение микроэлементного состава как культурных растений, так и естественной растительности сенокосов и пастбищ.

По данным агрохимического обследования ФГУ ЦАС «Омский», ФГУ САС