



## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

### АГРОНОМИЯ

УДК 631.4

Г.А. Демиденко

#### АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

G.A. Demidenko

#### AGROCHEMICAL MONITORING OF FARMLANDS OF KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

**Демиденко Г.А.** – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

**Demidenko G.A.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель позволяет определить изменения в состоянии плодородия почв пашни, установить последствия деграционных процессов и разработать рекомендации по улучшению их использования. Территория Красноярской лесостепи входит в земледельческую зону Красноярского края. Цель исследования: агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель Красноярской лесостепи (на примере землепользования ООО «Агрофермер» Емельяновского района Красноярского края). Объектом исследования являются сельскохозяйственные земли ООО «Агрофермер» Емельяновского района Красноярского края. Выбор объекта исследования связан с тем, что ООО «Агрофермер» является типичным хозяйством в лесостепной зоне АПК Красноярского края. Лабораторные исследования выполнены в Инновационной лаборатории «Мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» при Красноярском ГАУ. Основной метод исследования – агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель как составная часть агроэкологического монито-

ринга. Полевые образцы отобраны тростевым буром из слоя 0–20 см из пахотного горизонта земельных участков. Агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель ООО «Агрофермер», а именно пашни, показал высокое потенциальное плодородие почв. Показатели эффективного плодородия (содержание гумуса, обменного калия, микроэлементов (обеспеченность почв кобальтом и бором)) близки к оптимальным, за исключением недостатка подвижного фосфора и таких микроэлементов, как цинк и медь. Это отражается на необходимости использования фосфоросодержащих удобрений; цинковых и медьсодержащих микроудобрений. Агроэкологическое обследование почв пашни на содержание валовых форм тяжелых металлов (цинк, никель, медь, свинец, марганец, кадмий, кобальт, ртуть, хром) и фтора показало, что их концентрация на всей площади пашни находится на уровне фоновых значений и не будет оказывать влияние на величину урожая и качество сельскохозяйственной продукции. Это дает возможность хозяйству получать экологически безопасную продукцию.

**Ключевые слова:** Красноярская лесостепь, сельскохозяйственные земли, агрохимический мониторинг, эффективное плодородие почв, микроэлементы, тяжелые металлы, фтор, экологически безопасная продукция.

*Agrochemical monitoring of agricultural lands allows us to determine changes in the status of soil fertility of arable land, to establish the effects of degradation processes and to develop recommendations for improving their use. The territory of Krasnoyarsk forest-steppe is included in agricultural zone of Krasnoyarsk Region. The research objective was agrochemical monitoring of farmlands of Krasnoyarsk forest-steppe (on the example of land use of JSC 'Agrofarmer' of Emelyanovsky area of Krasnoyarsk Region). The objects of the research were farmlands of JSC "Agrofarmer" of Emelyanovsky area of Krasnoyarsk Region. The choice of the object of the research is connected with that JSC 'Agrofarmer', typical farm in a forest-steppe zone of agrarian and industrial complex of Krasnoyarsk Region. Laboratory researches were executed in innovative laboratory "Monitoring of Agricultural and Forest Cultures" in Krasnoyarsk SAU. The main method of research was agrochemical monitoring of farmlands as a component of agroenvironmental monitoring. Field samples were selected by cane drill from the layer of 0–20 cm from arable horizon of land plots. Agrochemical monitoring of farmlands of JSC 'Agrofarmer', namely arable land, showed high potential fertility of soils. Indicators of effective fertility (the maintenance of humus, exchange potassium, microcells (security of soils with cobalt and pine forest)) were close to optimum, except for the lack of mobile phosphorus and such microcells, as zinc and copper. It was reflected in need of use of phosphorus containing fertilizers; zinc and cupriferous microfertilizers. Agroecological inspection of soils of an arable land on the maintenance of gross forms of heavy metals (zinc, nickel, copper, lead, manganese, cadmium, cobalt, mercury, chrome) and fluorine showed that their concentration on the whole area of an arable land is at the level of background values and will not have impact on the size of the crop and the quality of agricultural production. It gives the chance to the farm to receive ecologically safe production.*

**Keywords:** Krasnoyarsk forest-steppe, farmlands, agrochemical monitoring, effective soil ferti-

*ty of soils, microcells, heavy metals, fluorine, ecologically safe production.*

**Введение.** Рациональное использование земельных ресурсов невозможно без изучения агрохимических показателей сельскохозяйственных земель, определяющих потенциальное плодородие и возможность получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Мониторинг окружающей среды предусматривает наблюдение, оценку и прогноз ее состояния в связи с хозяйственной деятельностью человека [2, 6]. Результаты агрохимического мониторинга позволяют определить изменения в состоянии плодородия почв пашни, установить последствия деградационных процессов и разработать рекомендации по улучшению их использования. Культурные растения способны давать высокие урожаи в соответствии с их требованиями к воде и питательным веществам [1]. Урожайность яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края, как и в других лесостепных ландшафтах, зависит от ряда агрономических, метеорологических и экологических факторов [4, 5].

**Цель исследования:** агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель Красноярской лесостепи (на примере землепользования ООО «Агрофермер» Емельяновского района Красноярского края).

**Объект и методы исследования.** Объектом исследования являются сельскохозяйственные земли ООО «Агрофермер» Емельяновского района Красноярского края. Выбор объекта исследования связан с тем, что ООО «Агрофермер» является типичным хозяйством в лесостепной зоне АПК Красноярского края.

Землепользование в ООО «Агрофермер» расположено в юго-восточной части Красноярской лесостепи. Территория относится к умеренно прохладному с недостаточным увлажнением агроклиматическому району. Рельеф местности представляет собой широкую волнистую равнину, расчлененную логами. Расчлененность рельефа не препятствует проведению агротехнических мероприятий. Среднегодовая температура воздуха близка к нулю. За год выпадает 380 мм осадков. Основное количество осадков выпадает во вторую половину вегетационного периода, поэтому в начале роста сельскохозяйственные культуры почти ежегодно испытывают недостаток влаги. В зимний период

осадков выпадает немного и высота снежного покрова не превышает 30 см. Снеготаяние начинается в конце февраля и быстро заканчивается. Почва оттаивает медленнее, и наибольшая часть талых вод не впитывается в почву, а стекает в лога. Гидрографическая сеть состоит из мелких речек и ручьев. В структуре почвенного покрова пашни преобладают серые лесные оподзоленные почвы, черноземы выщелоченные и обыкновенные. Освоенность территории очень высокая. Сельскохозяйственные угодья занимают 99,1 % от общей площади землепользования. На долю пашни приходится 82,3 %.

Лабораторные исследования выполнены в Инновационной лаборатории «Мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» при Красноярском ГАУ. Основным методом исследования – агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель как составная часть агроэкологического мониторинга [3]. Полевые образцы отобраны тростевым буром из слоя 0–20 см из пахотного горизонта земельных участков.

**Результаты исследования.** Эффективное плодородие почв определяется содержанием питательных веществ в доступной для сельскохозяйственных растений форме.

Почвы пашни (78,1 %) обладают близко к нейтральной (21,3 %) и нейтральной (56,8) реакцией среды. Средневзвешенный показатель составляет 6,2 ед. рН, что является оптимальным для большинства сельскохозяйственных культур. Почвенно-поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнием, что говорит о высокой сумме поглощенных оснований. Степень насыщенности основаниями повышенная и высокая. Почвы хозяйства не нуждаются в известковании.

Высокое содержание подвижной серы имеют почвы пашни на 34,6 % площади; среднее значение этого элемента составляет 27,6 %. Средневзвешенное количество серы в хозяйстве – 10,8 мг/кг почвы, что характеризует среднюю обеспеченность растений. На площади пашни с низким содержанием серы следует использовать серосодержащие удобрения, например сульфат аммония.

Гумус является основным показателем эффективного плодородия почв и оказывает большое влияние на физические, водно-физические, воздушные, тепловые и химиче-

ские свойства почв. Он улучшает снабжение сельскохозяйственных растений фосфором, серой, азотом, микроэлементами (медью, цинком и др.). От него зависит биологическая активность почвы, определяющая интенсивность процессов гумификации и минерализации.

Содержание гумуса на выбранных земельных участках (1, 3, 6, 23, 24, 28, 33, 34, 55, 57) показывает колебания содержания гумуса от 8,8 до 3,9 % (табл. 1). Причем на некоторых участках (3, 23, 34, 55) в гумусовом горизонте серых лесных почв содержание гумуса превышает его величины в черноземах выщелоченных, например на 28 и 33 участках.

Калий выполняет в растениях различные физиологические функции, воздействуя на важнейшие биологические процессы в клетках растений. Повышается продуктивность, качество получаемой продукции, устойчивость агроценозов к болезням и вредителям, неблагоприятным погодным условиям.

Калий по распространению в земной коре занимает 7-е место. Сырые размолотые калийные соли (сильвинит, карналлит, каинит и др.), концентрированные (хлористый калий, сульфат калия и др.), а также зола эффективны на разных почвах при возделывании картофеля, корнеплодов, лена, табака и других культур, потребляющих много калия.

Почвы хозяйства характеризуются средним (участок 3), повышенным (участки 6, 23, 33, 55, 57), высоким (участок 28) и очень высоким (участок 34) содержанием обменного калия (табл. 1), отличаясь средневзвешенным его количеством. При таком содержании обменного калия калийные удобрения в хозяйстве не применяются.

Фосфор – один из важнейших элементов питания растений, способствующий лучшему поглощению ими питательных веществ, повышению синтеза и улучшению обмена веществ в них. Он способствует скорому созреванию растений, повышает устойчивость урожаев в период неблагоприятных климатических факторов. Имеющиеся данные показывают, что 50,4 % пашни имеют среднее, низкое и очень низкое содержание подвижного фосфора. Такие почвы нуждаются во внесении фосфорсодержащих удобрений.

**Содержание гумуса и обменного калия земельных участков  
ООО «Агрофермер»**

Номер земельного участка	Площадь земельного участка пашни, га	Экспликация почв по содержанию обменного калия		Гумус, %	Почва
		содержание	K <sub>2</sub> O, мг/кг		
1	41,86	Высокое (V)	110,1–150,0	4,6	Серая лесная оподзоленная среднетощая глинистая
3	35,40	Среднее (III)	70,1–90,0	8,0	Темно-серая среднеоподзоленная среднетощая тяжелосуглинистая
6	97,81	Повышенное (IV)	90,1–110,0	4,0	Темно-серая среднеоподзоленная среднетощая тяжелосуглинистая
23	89,30	Повышенное (IV)	90,1–110,0	7,8	Темно-серая среднеоподзоленная мощная тяжелосуглинистая
24	48,91	Высокое (V)	110,1–150,0	3,9	Серая лесная оподзоленная среднетощая глинистая
28	41,31	Высокое (V)	110,1–150,0	5,2	Чернозем выщелоченный среднегумусный среднетощый глинистый
33	73,87	Повышенное (IV)	90,1–110,0	4,1	Чернозем выщелоченный среднегумусный среднетощый глинистый
34	75,67	Очень высокое (VI)	> 150	5,6	Серая лесная оподзоленная среднетощая глинистая
55	128,74	Повышенное (IV)	90,1–110,0	5,5	Серая лесная среднеоподзоленная мощная тяжелосуглинистая
57	64,0	Повышенное (IV)	90,1–110,0	4,7	Серая лесная оподзоленная среднетощая глинистая

Исследуемые участки имеют содержание подвижного фосфора в следующих количествах по нарастающей: участок 57 – 64,00 мг/кг; участок 33 – 73,87 мг/кг; участок 34 – 75,76; участок 24 – 89,30; участок 55 – 101,73; участок 28 – 113,33; участок 6 – 154,70; участок 1 – 168,40; участок 23 – 181,40 мг/кг. Средневзвешенное его значение составляет 171 мг/кг, что соответствует III классу содержания (среднее).

Следует сказать, что для зерносеяющих районов Красноярского края обеспеченность почв пашен подвижным фосфором характеризуется классами ниже среднего [5], что предусматривает обязательное внесение фосфорсодержащих удобрений.

Недостаточное количество фосфора связано с отсутствием осадочных горных пород, насыщенных фосфатами, отсутствием карстовых пород и близко расположенных кор выветривания. Материнские породы территории являются не карбонатными (за редким исключением), присутствует малая доля торфа болот и сапропелей озер.

Микроэлементы необходимы растениям в очень небольших количествах, но каждый из них выполняет определенные функции в обмене веществ, питании растений и не может быть заменен другим элементом. Содержание микроэлементов в почвах земельных участков показано в таблице 2.

Таблица 2

**Содержание микроэлементов в почвах земельных участков ООО «Агрофермер»**

Номер земельного участка	Микроэлемент в почве, мг/кг				
	Марганец	Цинк	Медь	Кобальт	Бор
1	7	0,2	0,07	2,1	1,73
3	5	0,3	0,05	1,9	2,83
6	5	0,3	0,05	1,9	2,82
23	16	0,2	0,09	1,9	1,86
24	4	0,4	0,10	2,3	1,25
28	6	0,4	0,07	2,1	1,74
33	6	0,3	0,05	1,9	1,11
34	15	0,1	0,07	2,6	2,20
55	6	0,4	0,10	2,7	1,66
57	15	0,4	0,09	2,3	1,71

Данные таблицы 2 показывают, что обеспеченность почв кобальтом и бором достаточная для полноценного роста и развития растений.

На всей обследуемой пашне наблюдается значительный недостаток по цинку и меди. Цинк оказывает многостороннее действие на обмен веществ в растениях, так как входит в состав ферментов и принимает участие в синтезе ростовых веществ. Следует отметить, что при обильном внесении фосфорных удобрений потребность растений в цинке повышается. Медь увеличивает содержание сахаров, усиливает синтез белка, образование хлорофилла, повышает засухоустойчивость и морозостойкость растений. На фоне высоких доз азотных удобрений потребность растений в меди усиливается.

На 44 % пашни отмечается низкое содержание марганца. На почвах с низким и средним содержанием микроэлементов необходимо применение микроудобрений. Для улучшения качества растительной продукции в ООО «Агрофермер» необходимо внесение цинковых и медьсодержащих микроудобрений.

Агроэкологическое обследование почв на содержание валовых форм тяжелых металлов (цинк, никель, медь, свинец, марганец, кадмий, кобальт, ртуть, хром) и фтора (табл. 3) показало, что их концентрация на всей площади пашни находится на уровне фоновых значений и не будет оказывать влияние на величину урожая и качество сельскохозяйственной продукции.

## Содержание валовых форм тяжелых металлов и водорастворимого фтора

Номер земельного участка	Валовые формы тяжелых металлов, мг/кг									Фтор
	Цинк	Никель	Медь	Свинец	Марганец	Кадмий	Кобальт	Ртуть	Хром	
1	42,5	21,0	13,7	11,1	399,1	0,10	6,6	0,035	19,0	2,3
3	42,2	19,5	13,4	9,6	455,8	0,10	5,3	0,033	15,8	1,8
6	42,3	19,6	13,5	9,7	455,9	0,10	5,3	0,033	15,7	1,8
23	40,7	22,0	13,6	10,6	409,5	0,10	6,9	0,034	17,9	5,0
24	47,1	26,0	15,5	10,6	450,3	0,10	8,6	0,037	21,5	1,4
28	47,1	24,4	16,6	13,0	502,2	0,10	6,8	0,028	22,2	1,0
33	35,4	17,3	10,7	10,4	345,5	0,10	5,7	0,034	19,3	1,8
34	37,5	15,8	11,6	9,4	381,4	0,10	4,8	0,024	16,5	1,4
55	36,3	23,5	13,4	12,6	342,9	0,10	7,8	0,025	19,1	1,8
57	32,0	18,6	9,0	8,5	389,3	0,10	7,7	0,025	13,7	1,6

**Выводы.** Агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель хозяйства, а именно пашни, показал высокое потенциальное плодородие почв.

Эффективное плодородие почв определяется содержанием питательных веществ в доступной для сельскохозяйственных растений форме. Показатели эффективного плодородия (содержание гумуса, обменного калия) близки к оптимальным, за исключением недостатка подвижного фосфора. Это отражается на необходимости использования фосфоросодержащих удобрений.

Содержание микроэлементов в почвах пашни на всей исследуемой пашне показало обеспеченность почв кобальтом и бором близкой к оптимальной, но наблюдается значительный недостаток по цинку и меди. Для улучшения качества растительной продукции в ООО «Агрофермер» необходимо внесение цинковых и медьсодержащих микроудобрений.

Агроэкологическое обследование почв на содержание валовых форм тяжелых металлов (цинк, никель, медь, свинец, марганец, кадмий, кобальт, ртуть, хром) и фтора показало, что их концентрация на всей площади пашни находится на уровне фоновых значений и не будет оказывать влияние на величину урожая и качество сельскохозяйственной продукции. Это дает воз-

можность хозяйству получать экологически безопасную продукцию.

## Литература

1. *Ведров Н.Г., Дмитриев В.Е., Халицкий А.Н.* Сибирское растениеводство / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2002. – 216 с.
2. *Гогмачадзе Г.Д.* Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации. – М.: Изд-во МГУ, 2010. – 512 с.
3. *Демиденко Г.А., Фомина Н.В.* Мониторинг окружающей среды: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 154 с.
4. *Келер В.В.* Экологические и сортовые особенности формирования технологических качеств яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 122 с.
5. *Келер В.В.* Роль экологических и сортовых особенностей в формировании технологических качеств яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 15 с.
6. *Природные ресурсы Красноярского края: аналитический обзор.* – Красноярск: Изд-во КНИИГиМС, 2001. – 200 с.

Literatura

1. Vedrov N.G., Dmitriev V.E., Halipskij A.N. Sibirskoe rastenievodstvo / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2002. – 216 s.
2. Gogmachadze G.D. Agrojekologicheskij monitoring pochv i zemel'nyh resursov Rossijskoj Federacii. – M.: Izd-vo MGU, 2010. – 512 s.
3. Demidenko G.A., Fomina N.V. Monitoring okruzhajushhej sredy: ucheb. posobie / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2013. 154 s.
4. Keler V.V. Jekologicheskie i sortovye osobennosti formirovanija tehnologicheskikh kachestv jarovoj pshenicy v lesostepi Krasnojarskogo kraja / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2007. – 122 s.
5. Keler V.V. Rol' ehkologicheskikh i sortovykh osobennostej v formirovanii tehnologicheskikh kachestv jarovoj pshenicy v lesostepi Krasnojarskogo kraja: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2004. – 15 s.
6. Prirodnye resursy Krasnojarskogo kraja: analiticheskij obzor. – Krasnojarsk: Izd-vo KNIIGiMS, 2001. – 200 s.



УДК 634.11 634.124

М.А. Раченко, М.В. Баханова

ИЗУЧЕНИЕ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯБЛОНИ ПО КОМПОНЕНТАМ ЗИМОСТОЙКОСТИ  
В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

М.А. Rachenko, M.V. Bakhanova

STUDYING OF DIFFERENT GENOTYPES OF THE APPLE-TREE  
ON WINTER HARDINESS COMPONENTS IN CONTROLLED CONDITIONS

**Раченко М.А.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. станции искусственного климата (фитотрон), зав. фитотроном и оранжереей Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск. E-mail: bigmks73@rambler.ru

**Баханова М.В.** – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники, директор Ботанического сада Бурятского государственного университета, г. Улан-Удэ. E-mail: milada2015@bk.ru

**Rachenko M.A.** – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Station of Artificial Climate (Phytothrone), Manager, Phytothrone and Greenhouse, Siberian Institute of Physiology and Biochemistry of Plants, SB RAS, Irkutsk. E-mail: bigmks73@rambler.ru

**Bakhanova M.V.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Director, Botanical Garden, Buryat State University, Ulan-Ude. E-mail: milada2015@bk.ru

Статья посвящена изучению разных генотипов яблони (формы яблони ягодной, сорта ранеток, полукультурок и культурной яблони) по компонентам зимостойкости в условиях станции искусственного климата. В качестве объектов исследований были взяты 9 сортов яблони бурятской, красноярской, новосибирской, канадской и народной селекции, выращенные на опытных участках СИФИБР и фермерского хозяйства в Иркутском районе, а также четыре формы *Malus baccata*, произра-

стающие в Иркутском, Черемховском, Заларинском районах и пять форм яблони ягодной, выделенных на территории Бурятии. Материалом для исследований послужили однолетние ветви выбранных генотипов яблони. Материал хранился до проведения экспериментов при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ . Изучение зимостойкости сортов и форм яблони проводилось по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». По результатам исследований все формы яб-