

Научная статья

УДК 630.232.32+630.114.5 (571.63)
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2021.4.04**Исследование состояния пахотного горизонта почвы лесного питомника****Вера Александровна Савченкова¹***доктор сельскохозяйственных наук***Ольга Васильевна Кормилицына²***кандидат сельскохозяйственных наук***Ирина Владимировна Зенкова³****Александр Владиславович Сиротов⁴***доктор технических наук***Диана Азаматовна Каипова⁵**

Аннотация. Статья посвящена исследованию проблемы ухудшения состояния почвы лесного питомника Торопецкого филиала «ЛПЦ – Тверьлес». Объект исследований – пахотные горизонты агрогенной дерново-подзолистой иллювиально-железистой песчаной почвы питомника. Почвенные образцы отбирали на продуцирующих полях, занятых 1- и 2-летними сеянцами ели европейской и сосны обыкновенной, и на полях, находящихся под чистым паром. Проанализированы результаты агрохимического обследования почвы лесного питомника, на основании которых сделан вывод об избыточности нормированных доз известковых, фосфорных удобрений и некоторых гербицидов, содержащих в своем химическом составе хлор, серу или сульфаты, торфяной материал. Отмечено, что это может привести к накоплению в пахотном горизонте легко- и среднерастворимых форм некоторых химических элементов. Количественный анализ состава проб почв показал, что в пахотном горизонте некоторых полей питомника накапливаются сульфаты и хлориды. Избыточное количество торфяного материала способствует формированию контрастных теплового и водного режимов корнеобитаемого слоя сеянцев. Даны рекомендации по улучшению состояния пахотного почвенного горизонта в питомнике.

Ключевые слова: почва, лесной питомник, агрохимическое обследование, удобрение.

Для цитирования: Савченкова В.А., Кормилицына О.В., Зенкова И.В., Сиротов А.В., Каипова Д.А. Исследование состояния пахотного горизонта почвы лесного питомника // Лесохозяйственная информация. 2021. № 4. С. 60–71. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2021.4.04.

¹ Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор кафедры лесных культур, селекции и дендрологии (г. Мытищи, Московская обл., Российская Федерация); Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, главный научный сотрудник, доцент (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), v9651658826@yandex.ru

² Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, доцент (г. Мытищи, Московская обл., Российская Федерация), ovkorm68@yandex.ru

³ Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, инженер 2-й категории (г. Мытищи, Московская обл., Российская Федерация), myrtic@mail.ru

⁴ Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, главный научный сотрудник, заведующий кафедрой (г. Мытищи, Московская обл., Российская Федерация), sirotov@mgul.ac.ru

⁵ Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, магистрант (г. Мытищи, Московская обл., Российская Федерация), kaipovad@list.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2021.4.04

Study of the State of the Ploughed Horizon of the Forest Nursery Soil

Vera A. Savchenkova¹

Doctor of Agricultural Sciences

Olga V. Kormilitsyna²

Candidate of Agricultural Sciences

Irina V. Zenkova³

Alexander V. Sirotov⁴

Doctor of Technical Sciences

Diana A. Kaipova⁵

Annotation. The article is devoted to the study of the problem of deterioration of the soil condition of the forest farm of the Toropetsky branch of GBU "LPC – Tverles". The object of research is the arable horizons of agrogenic sod-podzolic illuvial-ferruginous sandy soil of the nursery farm. Soil samples were taken in producing fields occupied by 1-year-old and 2-year-old seedlings of European spruce and Scots pine, and in fields under complete fallow. The results of an agrochemical survey of the soil of a forest nursery are presented, on the basis of which a conclusion is made about the redundancy of normalized doses of lime, phosphorus fertilizers and some herbicides containing chlorine, sulfur or sulfates, peat material in their chemical composition. It leads to the accumulation of easily and medium-soluble forms of some chemical elements in the ploughed horizon. Qualitative determination showed that sulfates and chlorides accumulate in the ploughed horizon of some farm fields. An excessive amount of peat material contributes to the formation of a contrasting thermal and water regime of the root layer of seedlings. Recommendations are given to improve the condition of the tith top soil in the nursery farm.

Keywords: soil, forest nursery, agrochemical survey, fertilizer.

For citation: Savchenkova V.A., Kormilitsyna O.V., Zenkova I.V., Sirotov A.V., Kaipova D.A. Study of the State of the Ploughed Horizon of the Forest Nursery Soil // Forest information. 2021. № 4. P. 60–71. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2021.4.04

¹ Mytishchi Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Professor of the Department of Forest Cultures, Breeding and Dendrology, Associate Professor (Mytishchi, Moscow region, Russian Federation); Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Chief Scientific Officer (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), v9651658826@yandex.ru

² Mytishchi Branch of the Bauman Moscow State Technical University Associate Professor of the Department of Forest Cultures, Breeding and Dendrology (Mytishchi, Moscow region, Russian Federation), ovkorm68@yandex.ru

³ Mytishchi Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Engineer of the 2nd Category of the Department of Forest Crops, Breeding and Dendrology (Mytishchi, Moscow region, Russian Federation), myrtic@mail.ru

⁴ Mytishchi Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Head Senior Researcher of the Department of Automation of Technological Processes, Equipment and Production Safety (Mytishchi, Moscow region, Russian Federation), sirotov@mgul.ac.ru

⁵ Mytishchi Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Master's Student of the Department of Forest Cultures, Breeding and Dendrology (Mytishchi, Moscow region, Russian Federation) E-mail: kaipovad@list.ru

Введение

Один из важных аспектов эффективности выращивания посадочного материала – его почвенное питание. Благодаря применению органоминеральных компонентов, микроудобрений и биологически активных добавок повышается интенсивность роста и развития посадочного материала, а также энергия прорастания и всхожесть семян, обеспечивается предохранение всходов от воздействия неблагоприятных условий окружающей среды.

Многочисленные исследования в области использования минеральных удобрений ограничиваются только целесообразностью повышения выхода саженцев и сеянцев древесных и кустарниковых пород посредством увеличения доз минеральных удобрений [1–4]. Ряд исследований посвящен изучению эффективности применения нетрадиционных органических удобрений [5, 6]. Однако в процессе поиска способов повышения эффективности применения того или иного вида удобрения исследователи уделяют недостаточно внимания изучению рисков, связанных с накоплением химических веществ в почве и их влиянием на ее состояние [7, 8]. Не выявленные своевременно недостатки технологии выращивания посадочного материала со временем могут оказать существенное влияние на деградацию земель. В настоящее

время актуальность указанной проблемы возрастает.

В статье приведены результаты анализа ухудшения состояния почвы лесного питомника Торопецкого филиала «ЛПЦ – Тверьлес». В питомнике, где на протяжении 20 лет использовали минеральные и органические удобрения согласно установленным нормам, специалисты столкнулись с проблемой низкой всхожести сеянцев ели европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst.), а также в ряде случаев их гибели. Кроме того, у сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) было обнаружено отмирание верхушечной почки и обильное опадение хвои.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – пахотный горизонт агрогенной дерново-подзолистой иллювиально-железистой легкосуглинистой почвы питомника. Почвенные образцы отбирали на продуцирующих полях, занятых 1- и 2-летними сеянцами ели европейской и сосны обыкновенной, и на полях, находящихся под чистым паром (табл. 1).

Анализ почвенных образцов выполнены общепринятыми методами [9, 10]. Определение каждого химического элемента осуществляли

Таблица 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ В ПИТОМНИКЕ

НОМЕР		ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ	ГЛУБИНА ВЗЯТИЯ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ, СМ	СОСТОЯНИЕ ПОЛЕЙ
ПОЛЯ	ОБРАЗЦА			
19	1	Легкий суглинок	0–24	Занято сеянцами сосны (посев в 2018 г.)
	2	То же	24–35	
	3	- « -	35–50	
	4	Супесь	50–52	
	5	То же	52–84	
	6	- « -	84–97	
	7	- « -	97–149	
	8	- « -	149 и более	
Теплица	9	Легкий суглинок	0–24	Занято сеянцами ели (посев в 2018 г.)

Номер		Гранулометрический состав почвы	Глубина взятия почвенных образцов, см	Состояние полей
поля	образца			
17	10	Легкий суглинок	0–24	Занято сеянцами ели (посев в 2019 г.)
	11	То же	24–32	
	12	- « -	32–56	
	13	- « -	56–71	
	14	- « -	71 и более	
	15	- « -	0–24	То же
	16	- « -	0–24	- « -
	17	- « -	0–24	- « -
20	18	- « -	0–24	Занято сеянцами ели (посев в 2019 г.)
24	19	- « -	0–24	Чистый пар
	20	- « -	0–24	То же
19	21	- « -	0–24	Занято сеянцами ели (посев в 2018 г.)
13	22	- « -	0–24	Чистый пар

в 3-кратной повторности. Оценку уровня плодородия пахотных горизонтов почв проводили в соответствии с Практическими рекомендациями Центральной лесосеменной станции Федеральной службы лесного хозяйства России [11] и Наставлениями по системам применения удобрений в лесном хозяйстве на европейской территории СССР [12].

Гранулометрический состав почвы определяли по методу Н.А. Качинского путем отбора проб суспензии с размером частиц не более 0,01 мм с глубины 10 см из равномерно взмученной почвенной суспензии.

Результаты и обсуждение

Оценка плодородия пахотного почвенного горизонта в питомнике проведена по содержанию гумуса, доступных форм фосфора, кислотности, емкости катионного обмена, сумме обменных оснований (табл. 2).

Агрохимическое обследование почв показало, что реакция среды пахотных почвенных горизонтов большинства полей питомника изменяется от слабокислой ($pH_{\text{кол}} = 5,21$) до нейтральной

($pH_{\text{кол}} = 6,28$). Повышенная $pH_{\text{кол}}$ негативно сказывается на росте сеянцев и саженцев хвойных пород [13].

Оптимальная кислотность супесчаных и легкосуглинистых почв в пахотном горизонте лесных питомников ($pH_{\text{кол}}$) составляет 5,0–5,5. Повышение щелочности почвы на 0,21–0,78 может быть вызвано избыточными дозами известковых удобрений, которые применяют для подщелачивания почвы (табл. 3). Почвы с содержанием $pH_{\text{кол}}$ более 6,0 нуждаются во внесении удобрений с кислой реакцией и в других методах подкисления почвы [13].

При сопоставлении данных о количестве внесенных доз удобрений по действующему веществу, приведенных в табл. 3, с рекомендуемой дозировкой внесения основных фосфорно-калийных удобрений в питомниках [12] можно сделать предварительный вывод о степени обеспеченности почв калием и фосфором (табл. 4).

Хвойные деревья предпочитают кислую почву, так как их опад имеет высокую кислотность и естественным образом подкисляет почву, поэтому на данных почвах необходимо проводить мероприятия по снижению $pH_{\text{кол}}$.

Таблица 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

НОМЕР ПОЛЯ (ПЛОЩАДЬ, ГА)	НОМЕР ОБРАЗЦА	ГЛУБИНА ВЗЯТИЯ ОБРАЗЦА, СМ	Кислотность			СУММА ОБМЕННЫХ ОСНОВАНИЙ (S), МГ-ЭКВ /100 Г ПОЧВЫ	ЕМКОСТЬ КАТИОННОГО ОБМЕНА (ЕКО), МГ-ЭКВ /100 Г ПОЧВЫ	СТЕПЕНЬ НАСЫЩЕННОСТИ ПОЧВ ОСНОВАНИЯМИ, V, %	ПОДВИЖНЫЙ ФОСФОР (P _о), МГ/100 Г ПОЧВЫ	ГУМУС, %	ДОЛЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВЕРХНЕМ ПАХОТНОМ ПОЧВЕННОМ ГОРИЗОНТЕ, %
			ОБМЕННАЯ, pH _{сол}		ГИДРОЛИТИЧЕСКАЯ, H, МГ-ЭКВ /100 Г ПОЧВЫ						
			ВОДНАЯ H ₂ O	СОЛЕВАЯ КСЛ							
19 (1,22)	1	0-24	6,97	6,28	0,96	28,07	29,03	96,69	37,1	1,59	8,347±0,087
	2	24-35	6,73	5,84	1,59	17,15	18,74	91,52	36,2	1,38	5,846±0,038
	3	35-50	6,76	5,78	0,96	4,96	5,92	83,78	33,5	0,55	1,463±0,009
	4	50-52	6,58	5,43	1,11	7,32	8,43	86,83	44,3	0,31	3,234±0,019
	5	52-84	6,64	5,34	0,79	5,14	5,93	86,68	36,2	0,05	1,529±0,005
	6	84-97	6,50	5,55	1,59	4,78	6,37	75,04	36,2	0,05	1,209±0,010
	7	97-149	6,29	5,35	0,64	8,6	9,24	93,07	46,1	0,26	1,008±0,007
	8	149 и более	6,26	5,21	0,64	5,32	5,96	89,26	50,6	0,05	0,986±0,008
Из-под теплицы (0,18)	9	0-24	6,08	5,21	3,98	12,78	16,76	76,25	41,6	1,1	7,939±0,333
	10	0-24	6,56	5,81	2,23	17,33	19,56	88,60	31,6	2,64	9,953±0,374
	11	24-32	6,92	6,16	1,11	13,15	14,26	92,22	25,8	1,17	5,944±0,157
	12	32-56	7,06	5,95	0,79	5,14	5,93	86,68	38,0	0,28	-
17 (1,3)	13	56-71	5,66	4,24	0,79	4,96	5,75	86,26	8,6	0,86	-
	14	71 и более	6,96	6,06	0,48	6,42	6,9	93,04	29,3	0,16	-
	15	0-24	6,78	6,12	1,75	16,61	18,36	90,47	32,6	1,51	9,195±0,478
	16	0-24	6,16	5,32	2,87	12,42	15,29	81,23	30,7	2,04	10,974±0,154
20 (1,22)	17	0-24	6,44	5,68	2,39	12,97	15,36	84,44	24,9	2,57	15,059±0,304
	18	0-24	6,47	5,66	1,91	17,52	19,43	90,17	32,1	1,21	10,735±0,361
24 (1,00)	19	0-24	6,74	6,00	1,59	22,79	24,38	93,48	39,8	1,28	10,425±0,390
	20	0-24	6,60	5,87	1,75	12,97	14,72	88,11	43,4	1,23	7,539±0,273
19 (1,22)	21	0-24	6,25	5,31	3,03	13,33	16,36	81,48	31,2	1,19	9,347±0,281
13 (1,17)	22	0-24	6,59	5,89	1,59	19,52	21,11	92,47	30,7	2,61	13,589±0,213

Таблица 3. Виды и количество внесенных удобрений

Год внесения удобрения	Удобрение	действующее вещество в составе удобрения (% в 100 кг)	Количество вносимых удобрений в почву по действующему веществу, кг, на поле												
			№ 13		№ 17		№ 19		№ 20		№ 24				
			на 1 га	на площадь поля (1,17 га)	на 1 га	на площадь поля (1,3 га)	на 1 га	на площадь поля (1,22 га)	на 1 га	на площадь поля (1,22 га)	на 1 га	на площадь поля (1,22 га)	на 1 га	на площадь поля (1 га)	
2015	Аммофос	Фосфор (50%)	-	-	55,6	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Азот (11%)	-	-	12,2	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Карбамид	Азот (46,2%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	4,16	4,16
		Торфосмесь	-	-	-	-	81 967	100 000	-	-	-	-	-	-	-
2016	Калий хлористый	Калий (60%)	-	-	-	-	-	-	43,8	53,4	43,8	53,4	-	-	-
		Доломитовая мука	1326,5	1552	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Аммиачная селитра	Азот (34,4%)	-	-	36	46,8	-	-	-	-	-	-	-	-	36,5
		Карбамид	3,9	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	Калий хлористый	Торфосмесь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81 967	100 000	-	-
		Калий (60%)	-	-	62,8	81,6	-	-	-	-	-	-	-	42	42
	Карбамид	Азот (46,2%)	46,2	54,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Аммиачная селитра	24,1	28,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	Калий хлористый	Калий (60%)	71,8	84	-	-	60	73,2	-	-	-	-	-	-	-
		Карбамид	-	-	-	-	1,9	2,3	-	-	-	-	-	-	-
	Аммофос	Азот (50%)	-	-	-	-	50	61	-	-	-	-	-	-	-
		Торфосмесь	-	-	-	-	11	13,4	-	-	-	-	-	-	-
2019	Калий сернокислый	Калий (50%)	-	-	-	-	-	-	2,4	3	-	-	-	-	-
		Аммиачная селитра	-	-	-	-	41,1	50,2	-	-	-	-	-	-	-
	Диаммофоска	Азот (18%)	-	-	-	-	21,6	26,3	-	-	-	-	-	-	-
		Фосфор (46%)	-	-	-	-	55,1	67,2	-	-	-	-	-	-	-
2020	Карбамид	Азот (46,2%)	-	-	5,3	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Калий хлористый	-	-	-	-	41,8	51	60	73,2	60	73,2	60	60	
	Диаммофоска	Азот (18%)	-	-	-	-	-	-	-	-	11,1	13,5	27	27	
		Фосфор (46%)	-	-	-	-	-	-	-	-	28,3	34,5	69	69	
Калий хлористый	51,3	60	4,6	6	19,7	24	24,6	30	-	-	-	-			

Таблица 4. Обеспеченность почвы питомника калием и фосфором

Номер поля	Химический элемент	Степень обеспеченности химическими элементами по годам					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
13	Калий	-	-	Очень низкая	-	-	Низкая
17	Фосфор	Низкая	-	-	-	-	-
	Калий	-	Очень низкая	-	-	-	Высокая
19	Фосфор	-	-	-	Низкая	Низкая	-
	Калий	Низкая	-	Очень низкая	Высокая	Низкая	Повышенная
20	Фосфор	-	-	-	-	-	Повышенная
	Калий	Низкая	-	-	-	Очень низкая	Средняя
24	Фосфор	-	-	-	-	-	Низкая
	Калий	-	-	-	-	Очень низкая	-

Существует много методов подкисления почвы:

- ✓ внесение органических удобрений (перегной, компост, коровяк, сосновая хвоя, перепревшие опилки и т. д.). При данном методе процесс подкисления будет происходить очень медленно, однако будет действовать на протяжении длительного периода времени;
- ✓ внесение коллоидной серы. Достоинства данного варианта – доступность и дешевизна. Потребность серы для увеличения кислотности легкосуглинистых почв при $pH_{\text{сол}}$ от 5,21 до 6,28 составит 392–740 кг/га;
- ✓ подкисление почвы при помощи растенных-сидератов: рапс, овес, белая горчица.

При использовании любого из перечисленных методов необходимо соблюдать меру, в противном случае придется снова повышать щелочность почвы. Для почв, исследованных в данном питомнике, предпочтение отдается использованию растений-сидератов или внесению органических удобрений, так как в данных почвах наблюдается переизбыток минеральных удобрений и внесение коллоидной серы может негативно сказаться на посадочном материале.

Пахотные почвенные горизонты содержат торфяной материал в различном количестве. Известно, что торф и торфяные удобрения оказывают многостороннее действие на плодородие

почвы: облегчают ее гранулометрический состав, положительно влияют на водный и воздушный режимы и в целом создают благоприятную основу для рационального использования минеральных удобрений [14]. Высокая поглощательная способность торфа способствует повышению емкости катионного обмена и/или емкости поглощения пахотного почвенного горизонта почв полей питомника.

В процессе наших исследований установлено, что емкость поглощения в пахотном почвенном горизонте выше, чем в нижнем песчаном. Так, в пахотном почвенном горизонте поля № 19 (на глубине 0,15–0,24 м) емкость поглощения составляет 29,03 мг·экв./100 г почвы, а в нижнем песчаном горизонте (на глубине 1,49 м и более) – 5,96 мг·экв./100 г почвы, т.е. емкость поглощения в пахотном почвенном горизонте в 4,9 раза выше, чем в нижнем песчаном. На поле 17 в пахотном почвенном горизонте (глубина 0,13–0,24 м) емкость поглощения – 19,56 мг·экв./100 г почвы, а в нижнем песчаном горизонте (глубина 0,71 м и более) – 6,90 мг·экв./100 г почвы. Здесь емкость поглощения в пахотном почвенном горизонте в 2,8 раза выше, чем в нижнем песчаном.

Почвенные образцы, взятые в пахотном почвенном горизонте полей 13, 20, 24 и поля, которое ранее было занято теплицей, также обладают высокой емкостью поглощения. Это объясняется присутствием торфа в большом количестве.

Анализ почвенных образцов показал, что на полях, где они были взяты, в пахотном почвенном горизонте содержится много органического вещества. Это негативно влияет на рост и развитие выращиваемых в питомнике сеянцев и саженцев. Оптимальное содержание органического вещества в пахотном почвенном горизонте для легко-суглинистых почв должно быть 2,5–3,0 % [12], а в образцах, взятых в питомнике, оно варьирует от 5,8 до 15,1 %, что значительно превышает норму. Такое повышенное содержание органического вещества может быть результатом избыточного внесения торфа в почву.

Высокое содержание торфа в пахотном почвенном горизонте приводит к следующим отрицательным последствиям:

1. Формируется контрастный водный режим, т. е. большое количество воды чередуется с ее недостатком (дефицитом) в результате очень высокого испарения.

2. Возникает контрастный тепловой режим (в период устойчивых высоких температур воздуха при поливе днем для корневой системы сеянцев создается эффект парной бани). Нарушается баланс между транспирацией и поглощением, наступает период сильного угнетения растений.

3. Высокая емкость поглощения вызывает накопление внесенных удобрений в почве, а не распределению их по растениям.

4. Высокое содержание торфа способствует переносу в нижние песчаные горизонты существенного количества удобрений.

5. Использование торфа в качестве мелиорирующего вещества для песчаных почв полей питомника обуславливает повышение суммы обменных оснований, которая в пахотных почвенных горизонтах достигает 28 мг·экв./100 г почвы. В то же время согласно нормативам, применяемым для лесных питомников европейской части России, сумма обменных оснований не должна превышать 12–15 мг·экв./100 г почвы.

6. Высокая влагоемкость торфа и его темная окраска в период солнечной активности и при проведении полива могут стать причиной

перегрева корней, при отсутствии же полива растения могут погибнуть.

Таким образом, на поля питомника не рекомендуется вносить торф в большом количестве.

Для полноценного и сбалансированного минерального питания сеянцев в питомнике применяется специализированная система удобрений, включающая азотные, фосфорные и калийные.

Установлено, что исследованные образцы обладают повышенным содержанием подвижных форм фосфора, даже в песчаных нижних горизонтах. В пахотном почвенном горизонте глубиной 0,15–0,24 м поля 19 отмечено содержание фосфора в размере 37,1 мг/100 г, в нижнем песчаном горизонте на глубине 1,49 м и более его содержание составляет 50,6 мг/100 г почвы. Наличие существенного количества фосфора в нижнем горизонте может быть связано с вымыванием коллоидных частиц из верхних горизонтов после внесения фосфорных удобрений. На поле 17 содержание фосфора в пахотном почвенном горизонте глубиной 0,13–0,24 м равно 31,6 мг/100 г почвы, а в нижнем глубиной 0,71 м и более – 29,3 мг/100 г почвы. Согласно нормативным документам, применяемым для лесных питомников европейской части нашей страны, значения подвижных форм фосфора не должны превышать 15–20 мг/100 г почвы. В пахотных горизонтах питомника наблюдается повышенное его содержание, достигающее 50 мг/100 г почвы.

Исходя из полученных результатов можно констатировать, что по содержанию фосфора почвы относятся к 5 и 6 классам, т.е. это сильно обогащенные фосфором почвы [15].

Избыточное применение фосфорных удобрений и гербицидов приводит к накоплению в пахотном почвенном горизонте легко- и среднерастворимых форм некоторых химических элементов.

При определении легко- и среднерастворимых форм некоторых химических элементов на полях 19 и 17 обнаружены сульфаты, что можно объяснить внесением сульфата калия K_2SO_4 , обладающего накопительным эффектом.

В образцах пахотных почвенных горизонтов всех обследуемых полей выявлены хлориды, что вызвано внесением KCl и гербицидов. Загрязнение почвы хлоридами приводит к ухудшению фильтрации воды и, соответственно, снижению скорости выведения из почвы излишков химических элементов. Кроме того, их наличие вызывает образование «жженных» краев у молодых листьев и изменению цвета хвои.

Нитраты в ходе исследования не обнаружены, предположительно они окислились и преобразовались в нитриты.

Принимая во внимание, что на полях питомника длительное время применяли раундап и симазин, в рамках исследовательской работы принято решение изучить их свойства и химические элементы, входящие в формулу препаратов. Согласно сведениям информационных ресурсов, симазин – гербицид избирательного действия, передвигающийся по сосудистой системе растения, ингибируя фотосинтез: $C_7H_{12}ClN_5$, 2-Хлор-4,6-бис (этиламино)-1,3,5-триазин (Ciba-Geigy). Раундап – водный раствор, 360 г/л глифосатакислоты, изопропиламинная соль: гербицид сплошного действия, передвигающийся по сосудистой системе растения, N-(фосфометил)-глицин, $C_3H_8NO_5P$.

С учетом изложенного можно сделать предположение, что содержание таких элементов является результатом внесения избыточного количества минеральных удобрений и высоким содержанием торфа, который их удерживает.

Решением рассмотренной проблемы может быть удаление пахотного почвенного горизонта с последующей его заменой на более плодородную почву или оптимизация гранулометрического состава пахотного слоя методом внесения иловато-глинистого субстрата, так как восстановление почвы естественным образом займет ориентировочно 100 лет. Принимая во внимание фактическое содержание физической глины в почвенных образцах (15 %) и в планируемом для внесения иловато-глинистом субстрате (27 %), для обновления пахотного горизонта потребуется 2 083,33 т/га вышеуказанного субстрата. Он необходим для снижения концентрации веществ,

негативно влияющих на сеянцы и саженцы в исследуемом питомнике.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено следующее:

- ✓ внесение избыточных доз известковых, фосфорных удобрений и некоторых гербицидов, содержащих в своем химическом составе хлор, серу или сульфаты, приводит к повышенному содержанию подвижных форм фосфора, к наличию значительного количества нерастворенной извести в пахотном почвенном горизонте;
- ✓ внесение избыточного количества торфа приводит к увеличению суммы обменных оснований и емкости катионного обмена (что способствует накоплению питательных веществ, в том числе их подвижных форм в почве), а также к формированию нежелательных контрастных теплового и водного режимов корнеобитаемого слоя, приводящих в часы солнечной активности к перегреванию корней и ожогу корневой шейки сеянцев, а в ночные часы – к переохлаждению.

На основании приведенных выводов сформулированы следующие рекомендации:

1. Усовершенствовать систему применения минеральных удобрений с учетом показаний систематического контроля за содержанием химических элементов в пахотном горизонте почвы лесного питомника.
2. Разработать схему севооборотов, их состав, соотношение и схемы чередования культур и пара с учетом результатов почвенного обследования пахотных горизонтов.
3. Разработать комплекс мероприятий по улучшению свойств пахотного горизонта путем культивирования или поддержания естественных растительных сообществ (фитомелиорация, посадка растения и их удаление во время активного цветения). Использовать растения-сидераты,

способствующие умеренному подкислению почвы, например, рапс, овес и белую горчицу.

4. Создать мощный пахотный почвенный горизонт путем постепенного припахивания подпахотного горизонта (если пахотный почвенный горизонт толщиной не более 40 см).

Периодически увеличивать глубину перемешивания слоев почвы с целью уменьшения концентрации химических веществ.

5. Рассмотреть возможность внесения суглинков или иловато-глинистого субстрата в количестве 2 083,33 т/га.

Список источников

1. Гурин, А.Г. Физиологические аспекты применения минеральных удобрений в плодово-декоративном питомнике [Электронный ресурс] / А.Г. Гурин // RJOAS. – 2016. – № 3 – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskie-aspekty-primeneniya-mineralnyh-udobreniy-v-plodovo-dekorativnom-pitomnike> (дата обращения: 17.04.2021).
2. Лебедев, В.М. Эколого-физиологические особенности реакции сосны обыкновенной на уровень плодородия почвы как показатель адаптации к условиям среды / В.М. Лебедев, Е.В. Лебедев // Лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 92–103.
3. Геникова, Н.В. Последствие многолетнего внесения минеральных удобрений на видовой состав и структуру напочвенного покрова в культурах сосны на песчаных почвах / Н.В. Геникова, В.А. Харитонов // Лесной журнал. – 2018. – № 1. – С. 18–28.
4. Соколов, А.И. Влияние многолетнего применения минеральных удобрений на рост сосны в толщину в посевах на паловых вырубках с песчаными почвами. I. Последствие 30-летнего ежегодного применения калийных удобрений на рост сосны в толщину и качество древесины / А.И. Соколов, А.Н. Пеккоев, В.А. Харитонов // Лесной журнал. – 2016. – № 6. – С. 42–55.
5. Самошин, С.Е. Применение нетрадиционных удобрений в лесном хозяйстве [Электронный ресурс] / С.Е. Самошин // Студенческий научный форум : матер. XI Междунар. студенческой научной конф. – Режим доступа: URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018013716> (дата обращения: 17.04.2021).
6. Заболотских, В.В. Технологические приемы улучшения качества компоста, получаемого из органических отходов [Электронный ресурс] / В.В. Заболотских, А.С. Гомоницкая, С.В. Кутмина // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2016. – № 5–3. – С. 437–445 – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-priyomy-uluchsheniya-kachestva-komposta-poluchaemogo-iz-organicheskikh-othodov> (дата обращения: 17.04.2021).
7. Геникова, Н.В. Влияние длительного периодического внесения удобрений на структуру древостоя и напочвенного покрова в условиях среднетаежных сосняков брусничных (Республика Карелия) / Н.В. Геникова, В.А. Харитонов, А.М. Крышень // Лесной журнал. – 2020. – № 2. – С. 35–50.
8. Коновалов, В.Н. Влияние хлорсодержащих удобрений на метаболизм ели и сосны в северотаежных фитоценозах / В.Н. Коновалов // Лесной журнал. – 2017. – № 3. – С. 100–113.
9. Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – 656 с.
10. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М. : изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
11. Окультуривание и повышение плодородия почв лесных питомников европейской части России. Практические рекомендации Центральной лесосеменной станции. [Электронный ресурс]. Утверждены Федеральной службой лесного хозяйства 29.07.1994. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/9013020> (дата обращения: 03.11.2021).
12. Наставление по системам применения удобрений в лесном хозяйстве на европейской территории СССР [Электронный ресурс]. Приказ Госкомлеса СССР от 25.09.1991. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/9014009> (дата обращения: 03.11.2021).
13. Рекомендации по применению местных удобрений и мелиорантов в лесных питомниках на дерново-подзолистых почвах / Сост. В.И. Кураев [и др.]. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. – 52 с.
14. Торф на удобрение. – Минск : Наука и техника, 1983. – 103 с.
15. Минеев, Г.В. Практикум по агрохимии : учеб. пособ. – 2-е изд., перераб. и доп. / Г.В. Минеев, В.Г. Сычев, О.А. Амелянчик ; под ред. акад. В.Г. Минеева. – М. : изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

References

1. Gurin, A.G. Fiziologicheskie aspekty primeneniya mineral'nyh udobrenij v plodovo-dekorativnom pitomnike [Elektronnyj resurs] / A.G. Gurin // RJOAS. – 2016. – № 3 – Rezhim dostupa: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskie-aspekty-primeneniya-mineralnyh-udobrenij-v-plodovo-dekorativnom-pitomnike> (data obrashcheniya: 17.04.2021).
2. Lebedev, V.M. Ekologo-fiziologicheskie osobennosti reakcii sosny obyknovЕННОj na uroven' plodorodiya pochvy kak pokazatel' adaptacii k usloviyam sredy / V.M. Lebedev, E.V. Lebedev // Lesnoj zhurnal. – 2019. – № 6. – S. 92–103.
3. Genikova, N.V. Posledstvie mnogoletnego vneseniya mineral'nyh udobrenij na vidovoj sostav i strukturu napochvennogo pokrova v kul'turah sosny na peschanyh pochvah / N.V. Genikova, V.A. Haritonov // Lesnoj zhurnal. – 2018. – № 1. – S. 18–28.
4. Sokolov, A.I. Vliyanie mnogoletnego primeneniya mineral'nyh udobrenij na rost sosny v tolshchinu v posevah na palovyh vyrubkah s peschanyimi pochvami. I. Posledstvie 30-letnego ezhegodnogo primeneniya kalijnyh udobrenij na rost sosny v tolshchinu i kachestvo drevesiny / A.I. Sokolov, A.N. Pekkoev, V.A. Haritonov // Lesnoj zhurnal. – 2016. – № 6. – S. 42–55.
5. Samoshin, S.E. Primenenie netradicionnyh udobrenij v lesnom hozyajstve [Elektronnyj resurs] / S.E. Samoshin // Studencheskij nauchnyj forum : mater. XI Mezhdunar. studencheskoj nauchnoj konf. – Rezhim dostupa: URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018013716> (data obrashcheniya: 17.04.2021).
6. Zabolotskih, V.V. Tekhnologicheskie priemy uluchsheniya kachestva komposta, poluchaemogo iz organicheskikh othodov [Elektronnyj resurs] / V.V. Zabolotskih, A.S. Gomonickaya, S.V. Kutmina // Izv. Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2016. – № 5–3. – S. 437–445 – Rezhim dostupa: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-priemy-uluchsheniya-kachestva-komposta-poluchaemogo-iz-organicheskikh-othodov> (data obrashcheniya: 17.04.2021).
7. Genikova, N.V. Vliyanie dlitel'nogo periodicheskogo vneseniya udobrenij na strukturu drevostoya i napochvennogo pokrova v usloviyah srednetaezhnyh sosnyakov brusnichnyh (Respublika Kareliya) / N.V. Genikova, V.A. Haritonov, A.M. Kryshen' // Lesnoj zhurnal. – 2020. – № 2. – S. 35–50.
8. Konovalov, V.N. Vliyanie hlorsoderzhashchih udobrenij na metabolizm eli i sosny v severotaezhnyh fitocenozah / V.N. Konovalov // Lesnoj zhurnal. – 2017. – № 3. – S. 100–113.
9. Agrohimiicheskie metody issledovaniya pochv. – M. : Nauka, 1975. – 656 s.
10. Arinushkina, E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv / E.V. Arinushkina. – M. : izd-vo MGU, 1970. – 487 s.
11. Okul'turivanie i povyshenie plodorodiya pochv lesnyh pitomnikov evropejskoj chasti Rossii. Prakticheskie rekomendacii Central'noj lesosemennoj stancii. [Elektronnyj resurs]. Utverzhdeny Federal'noj sluzhboj lesnogo hozyajstva 29.07.1994. – Rezhim dostupa: URL: <https://docs.cntd.ru/document/9013020> (data obrashcheniya: 03.11.2021).
12. Nastavlenie po sistemam primeneniya udobrenij v lesnom hozyajstve na evropejskoj territorii SSSR [Elektronnyj resurs]. Prikaz Goskomlesa SSSR ot 25.09.1991. – Rezhim dostupa: URL: <https://docs.cntd.ru/document/9014009> (data obrashcheniya: 03.11.2021).
13. Rekomendacii po primeneniyu mestnyh udobrenij i meliorantov v lesnyh pitomnikah na dernovo-podzolistykh pochvah / Sost. V.I. Kuraev [i dr.]. – Pushkino: VNIILM, 2001. – 52 s.
14. Torf na udobrenie. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1983. – 103 s.
15. Mineev, G.V. Praktikum po agrohimii : ucheb. posob. – 2-e izd., pererab. i dop. / G.V. Mineev, V.G. Sychev, O.A. Amel'yanchik ; pod red. akad. V.G. Mineeva. – M. : izd-vo MGU, 2001. – 689 s.