

Д.А. Данилов, В.А. Шестаков, Т.А. Шестакова, О.О. Эндерс

**СУКЦЕССИОННЫЕ СТАДИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Введение. Существенные изменения в структуре аграрного производства, происшедшие в последние несколько десятилетий, привели к значительному уменьшению земельных площадей сельскохозяйственного назначения. В России, по разным данным, в настоящее время имеется более 70 млн га неиспользуемых сельскохозяйственных угодий, однако расположены они преимущественно в зонах с низким биоклиматическим потенциалом. Сопоставление общей площади неиспользуемой пашни и площади, пригодной для вовлечения в сельскохозяйственный оборот, показывает, что 8,9 млн га, т. е. более 40% неиспользуемой пашни, в настоящее время не могут рассматриваться как ресурс для увеличения площади эффективно используемой пашни без проведения культуртехнических работ [Красновидов и др., 2008; Люри и др., 2010; Доклад о состоянии 2016 году, 2018].

Несмотря на увеличение площади сельскохозяйственных угодий, используемых в 2016 г. в сельскохозяйственном секторе производства, уменьшение сельскохозяйственных угодий наблюдалось в 28 субъектах Российской Федерации. Наибольшее уменьшение продуктивных земель, участвующих в сельскохозяйственном обороте, отмечено в Псковской области (на 17,1 тыс. га), Удмуртской Республике (на 7,2 тыс. га), Краснодарском крае (на 5,1 тыс. га), Амурской (на 4,7 тыс. га), Иркутской (на 4,2 тыс. га), Тверской и Смоленской (на 4,0 тыс. га в каждом субъекте Российской Федерации) областях [Государственный (национальный) доклад о состоянии ... 2016 году, 2017].

Основной причиной сокращения площади сельскохозяйственных угодий, используемых для производства сельскохозяйственной продукции в вышеназванных субъектах Российской Федерации, явилось прекращение деятельности организаций и перевод освободившихся земель, в большей своей части, в фонд перераспределения земель.

В течение 2016 г. органами власти принимались соответствующие решения, согласно которым проводились работы по передаче массивов, по-

крытых лесом, от сельскохозяйственных организаций в ведение лесничеств, включающие, в том числе, прекращение права постоянного (бессрочного) пользования (или владения) на ранее учтенные земельные участки, кадастровые работы по формированию новых земельных участков и документирование сведений о них в органах кадастрового учета [Государственный (национальный) доклад о состоянии ... 2016 году, 2018].

Вследствие перечисленных мероприятий из категории земель сельскохозяйственного назначения переведено в категорию земель лесного фонда 163,1 тыс. га земель. Наибольшие площади земель переведены в Кировской (95,4 тыс. га), Ярославской (17,1 тыс. га), Архангельской (15,9 тыс. га) областях, Приморском крае (8,1 тыс. га), Рязанской области (7,3 тыс. га) [Доклад о состоянии ... 2016 году, 2017].

По состоянию на 1 января 2018 года площадь земель сельскохозяйственных угодий в Ленинградской области составляет 798,5 тыс. га. В структуре сельскохозяйственных угодий на долю пашни (434,1 тыс. га) приходится 54,4%. Природные кормовые угодья (сенокосы и пастбища) занимают 320 тыс. га (40,1%), многолетние плодовые насаждения – 44,4 тыс. га (5,5%) [Доклад о состоянии и использовании земель в Ленинградской области в 2017 году, 2018]. Площадь земель под лесными насаждениями, не входящими в лесной фонд, составляет 125,3 тыс. га. В основном, это бывшие сельскохозяйственные угодья, которые, вследствие их неиспользования, заросли лесом и кустарником. Земли под лесами и лесными насаждениями, не входящими в лесной фонд, имеются во всех категориях. Данные площади сосредоточены в основном на землях сельскохозяйственного назначения и составляют 76,4 тыс. га. На землях государственного запаса находится 21,4 тыс. га лесных насаждений, не входящих в лесной фонд.

На заброшенных сельскохозяйственных землях происходит естественный процесс сукцессии растительных сообществ, который в итоге должен привести к восстановлению исходной растительности и существенным изменениям состояния старопашотных почв. Его следует рассматривать как важный фактор современной эволюции почв России [Гузэль, 1999; Люри и др., 2010; Данилов и др., 2016; Вайман и др., 2018].

Пашня, переведенная в залежь, трансформируется под влиянием естественных процессов в связи с изменяющимися факторами почвообразования: залужение, зарастание лесом, заболачивание и др. Сократились и другие угодья: пастбища, сенокосы, многолетние культуры. Значительные площади сельскохозяйственных земель, длительный период неиспользованные по прямому назначению, заросли древесно-кустарниковой расти-

тельностью и уже образовали сомкнутые лесные массивы разного возраста, вплоть до средневозрастных и приспевающих насаждений. В ряде областей, как отмечалось выше, особенно Нечерноземной зоны, значительно увеличили лесистость. Для Нечерноземной зоны решение проблемы выращивания лесных насаждений на неиспользуемых в сельскохозяйственном производстве землях отражено в специально разработанной Концепции создания целевых лесных насаждений (2008) [Красновидов и др., 2008].

Изучение различий и состава видов растений среди древостоев, имеющих разную историю землепользования и находящихся на разных этапах сукцессии, может улучшить наше понимание последствий прошлого землепользования для растительных сообществ в этих лесах [Морозов, Залесов, 2008; Голубева, 2015; Мелехов и др., 2011]. В свою очередь, растения в той или иной мере избирательны по отношению к свойствам и режимам почв. Вопрос взаимосвязи древесной растительности и постагрогенных почв давно привлекает внимание исследователей в различных регионах мира [Hooker, Compton, 2003; Questad, Bryan, 2008; Kalinina et al., 2009; Telesnina, Zhukov, 2019]. Земли, которые вышли из-под сельскохозяйственного пользования, в большинстве своём имеют достаточно выровненный пахотный горизонт, в отличие от лесных земель, где мозаичность гумусового горизонта связана с рельефом и структурой растительности, а также размещением групп деревьев. На данных почвах кислотность меньше, чем на лесных, что даёт больше доступных питательных веществ для древесных пород. Долговременное использование земель под пашню может приводить к достаточно глубокому изменению экосистем, хотя не перекрывает возможность их восстановления после снятия антропогенной нагрузки за определенный период. Постагрогенные сукцессии на залежах могут идти в направлении формирования зональных типов экосистем по различным сукцессионным схемам, которые могут изменяться начальными состояниями залежей в момент их вывода и их последующим антропогенным использованием [Алятин, 2007; Люри и др., 2010; Телеснина, 2015]. Однако период формирования древостоев различного породного состава может различаться в зависимости от площади участка восстановления и источника семян в виде стены леса.

В связи с актуальностью данной тематики целью исследования было изучение сукцессионных процессов на постагрогенных землях различного срока залежности.

Объекты исследования. Объектами исследования для построения сукцессионного ряда были земли, ранее используемые в активном обороте на

двучленных по строению почвах в условиях Оредежского плато Лужско-Оредежского ландшафта Ленинградской области. Почвы на двучленных ледниковых отложениях являются достаточно распространенными и занимают значительную площадь Ленинградской области. Подобраны участки на разных сроках прекращения активного использования и находящиеся на разных возрастных стадиях возобновившейся растительности. Двучленные по строению почвы занимают в данном ландшафтном местоположении до 40% земель лесного фонда и сельскохозяйственного пользования [Чертов, 1981; Федорчук и др., 2005]. Данные почвы формируются на 25–70 сантиметровой песчаной или супесчаной прослойке, которая перекрывает суглинки или глины. Двучленные наносы по плодородию близки к пескам и супесям, но одновременно склонны и к избыточному увлажнению, как глины и суглинки [Апарин, Рубилин, 1975].

Методика исследования. При рассмотрении процесса естественного возобновления определяли численность подроста, средний диаметр и высоту древесных пород на единице площади. Учет подроста древесных пород был проведен двумя методами: сплошным пересчетом и выборочно-статистическим методом. Для учета численности подроста выборочно-статистическим методом были заложены круговые площадки по 10 м² или R = 1,78 м [Пат. № 2084129 РФ, 1997]. Учетные площадки закладывали на одинаковом расстоянии друг от друга по свободному ходу не менее 3 ходов. Учетные площадки закладывали при помощи шеста длиной 178 см. Центр очередной учетной площадки устанавливался при помощи этого же шеста, для чего его продвигали вперед по ходу на две длины. При сплошном пересчете возобновившейся древесной растительности закладывались площади размером 50 м на 40 м.

Возраст подроста определяли по мутовкам, годичным рубцам и годичным кольцам на спилах с точностью до одного года.

Состав молодняка определяли по соотношению количества деревьев элементов леса [Моисеев, 1971].

Полученный материал обрабатывали по следующим формулам:

1) Численность подроста на гектаре, экз./ га ($M_{га}$):

$$M_{га} = \frac{\sum N \cdot 10000}{n \cdot S},$$

где $\sum N$ – общее количество подроста на всех учетных площадках с учетом переводных коэффициентов, n – количество учетных площадок, S – площадь одной учетной площадки (10 м² или 0,2 га).

Итоговое число подроста с учетом пересчета мелкого и среднего подроста в крупный, экз.:

$$\Sigma N = 0,5\Sigma N_m + 0,8\Sigma N_{cp} + \Sigma N_{kr},$$

где N_m – количество мелкого подроста, экз.; N_{cp} – количество среднего подроста, экз.; N_{kr} – количество крупного подроста, экз.

2) Средняя численность подроста на учетной площадке в экз. – $M_{уч.пл.}$:

$$M_{уч.пл.} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n},$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – количество подроста на 1, 2, 3, ..., n учетных площадках; n – число учетных площадок; F – размер учетной площадки, m^2 .

Для характеристики травяно-кустарничкового и мохового ярусов закладывали учетные площадки размером 1 m^2 . Площадки закладывались по диагоналям обследуемой площади с расчетом их максимально равномерного размещения не менее 20 шт. на га [Андреева и др., 2002]. Далее определялась степень проективного покрытия по видам на учетной площадке и на объекте исследования в целом.

При закладке и таксации пробных площадей, при расчетах таксационных показателей древостоев, руководствовались общепринятыми методами таксации древостоев (по учебнику Анучина Н.П. «Лесная таксация». Л.: Лесн. пром-сть, 1982). На бывших старопахотных землях в спелых древостоях были заложены пробные площади 0,3–0,5 га с помощью портативного навигатора GPSMAP 64, с разметкой границ с помощью мерных лент. Варьирование размеров учётных площадей связано с необходимым количеством деревьев на пробе не менее 250 штук. Таксация древостоя проводилась общепринятыми для лесоводственных исследований методами с помощью мерных вилок и высотомеров Haglof.

Результаты исследования. Большинство сукцессионных процессов восстановления растительности, фиксируемых в настоящее время, носят антропогенный характер, так как они происходят в результате воздействия человека на природные экосистемы. Постагрогенные земли таёжной зоны Северо-Западного региона России находятся на разных стадиях восстановления растительности, что проявляется в эколого-флористических особенностях и связи определённых видов растений с выраженностью микрорельефа [Федорчук и др., 2005; Голубева, 2015; Данилов и др., 2016; Вайман и др., 2018]. Сложность построения достоверного ряда восстановления растительного ценоза от первых его стадий до климаксового сообщества

одна из методических проблем в исследованиях подобного рода. В природе нет двух совершенно тождественных биоценозов, встречаются лишь однотипные [Сукачев, 1972, 1975; Федорчук и др., 2005]. Вторичная сукцессия протекает обычно более быстро, так как в этом случае территория более благоприятна для развития растительного сообщества.

В однородных ландшафтных условиях были подобраны участки, ранее активно использовавшиеся в сельскохозяйственном обороте на двучленных по строению почвах. В целом в районе проведённого исследования преобладают супесчано-суглинистые дерново-подзолистые почвы, которые сформированы на однородной почвообразующей породе, представленной моренными слабокаменистыми суглинками, под которыми залегают девонские породы. Все обследованные участки сохранили в верхней части профиля почвы характерное сложение для пахотных почв. На всех профилях отчётливо выделяется пахотный горизонт почвы, имеющий ровный, контрастный по окраске и плотности сложения переход в нижележащий иллювиальный горизонт. Для участков с климаксовой стадией спелых древостоев ели и сосны под образовавшимся слоем лесной подстилки и гумусовым горизонтом лесной почвы также хорошо выделяется бывший пахотный горизонт, в котором встречаются угольки. В исследуемом лесном массиве встречаются межевые кучи валунов, что служит косвенным признаком длительности предыдущего сельскохозяйственного землепользования.

Полученные результаты по первоначальным стадиям восстановлений древесной растительности показывают, что в зависимости от возрастного фактора формируемого фитоценоза, источника обсеменения и размера площади восстановившейся растительности, утяжеления подстилающего горизонта под бывшим пахотным и других факторов наблюдается различный ход формирования растительных сообществ (см. табл. 1).

На постагrogenных почвах, сформированных на двучленных отложениях, рудерально-луговая стадия может довольно долго препятствовать смыканию древесно-кустарникового яруса. И решающим фактором для внедрения хвойных видов выступает близость стены леса как источника обсеменения. Рудерально-кустарниковая стадия может продолжаться длительный период в зависимости от удалённости от стены леса и возможного антропогенного воздействия весенних палов, которые сдерживают развитие древесной растительности на этом этапе развития растительного сообщества. На площадях более 5 га можно наблюдать мозаичную структуру возобновления лиственных пород в виде больших куртин, которые долгое время не смыкаются между собой.

Таблица 1

Характеристики древесных фитоценозов на рудерально-кустарниковой и кустарниково-луговой стадии формирования

Characteristics of wood phytocoenosis at the ruderal-shrub and shrub-meadow stage of formation

Рудерально-кустарниковая стадия						
S, га	Залежь, лет	Порода	штук на га	$H_{cp}(м)$ $D_{cp}(см)$	A_{cp} , лет	Расстояние от стены леса
6	5	Ива	500	$\frac{1}{0,5}$	3	Примыкает к стене леса с трех сторон
		Осина	2400	$\frac{1,5}{1}$	3	
		Берёза	2700	$\frac{1,5}{3}$	3	
Преобладающие в живом напочвенном покрове покрытие виды (ЖНП): злаки (ежа сборная, мятлик луговой, кострец безостный) – 80%, зверобой 20%, клевер луговой 20%						
20	34	Ива кустарн.	3000	$\frac{2,0}{3}$	–	250 м
		Ива древ.	800	$\frac{3,0}{3}$	10	
		Осина	2400	$\frac{2,0}{3}$	10	
		Берёза	370	$\frac{3,0}{3}$	10	
ЖНП: злаки (ежа сборная, мятлик луговой, кострец безостный) – 50%, люпин многолетний 36%, тысячелистник 22%, клевер луговой 13%, купырь 10%, мышиный горошек 10%						
Почва: агрозём, подстилаемый супесью на красноцветном суглинке						
30	19	Ива куст.	2600	$\frac{1,5}{1}$	–	150 м
		Береза	1200	$\frac{3,0}{3}$	7	
		Осина	330	$\frac{3,0}{3}$	7	

Рудерально-кустарниковая стадия						
S, га	Залежь, лет	Порода	штук на га	$H_{cp}(м)$ $D_{cp}(см)$	A_{cp} , лет	Расстояние от стены леса
ЖНП: злаки (ежа сборная, мятлик луговой, кострец безостный) – 90%, клевер луговой 18%						
Почва: агрозём, подстилаемый супесчано-суглинистым горизонтом на красноцветном суглинке						
Кустарниково-луговая стадия						
10	17	Ива куст.	3000	$\frac{2,0}{3}$	–	Примыкает к стене леса с двух сторон Участок периодически подвергался воздействию весенних палов
		Ива древ.	8000	$\frac{5,0}{5}$	12	
		Осина	6000	$\frac{3}{3}$	12	
		Берёза	9000	$\frac{6,0}{6}$	12	
		Ель	2000	$\frac{2,0}{3}$	7	
		Сосна	150	$\frac{3,0}{3}$	8	
ЖНП: золотарник 15%, иван-чай узколистный 20%, одуванчик 10%, крапива 3%, мятлик луговой 12%, хвощ лесной 3%, зверобой продырявленный 3%, мхи 17%						
Почва: агрозём, подстилаемый суглинисто-супесчаным горизонтом на красноцветном суглинке						
18	17	Ива кустарн.	600	$\frac{1,0}{3}$	–	150 м
		Осина	1200	$\frac{2,0}{1}$	7	
		Берёза	500	$\frac{2,0}{1}$	7	
ЖНП: злаки – 80%, тысячелистник 37%, манжетка 72%, иван-чай узколистный 45%, одуванчик 11%, лапчатка прямостоячая 12%, лютик едкий 30%, вика 12%, осот полевой 16%, мать-и-мачеха 11%						
Почва: агрозём, подстилаемый супесью на красноцветном суглинке						

При непосредственном примыкании к источнику обсеменения материнского древостоя переход к кустарниково-луговой стадии будет происходить быстрее, как и смена растительных доминант. Необходимо отметить, что в породном составе возобновляющихся фитоценозов в данных условиях практически отсутствует ольха как одна из пионерных пород, заселяющих бывшие пашни в таёжной зоне.

Наличие значительной доли ивы кустарниковой и древовидной на обследованных участках может служить косвенным индикатором временного избыточного увлажнения из-за экранирующего суглинистого горизонта на данных почвах. В то же время на части участков по косвенным признакам можно наблюдать неоднократное воздействие весенних палов – на стволах деревьев встречаются подпалыны и имеются погибшие и обгоревшие экземпляры деревьев. Также на данных площадях встречается иван-чай узколистный, который служит одним из пирогенных индикаторных видов для данных условий.

На стадии формирования древесного сообщества меняется видовой состав живого напочвенного покрова от луговых к лесным видам, и главным фактором, влияющим на успешность произрастания ели и сосны, является лиственный элемент формируемого фитоценоза (см. табл. 2).

Таблица 2

Характеристики древесных фитоценозов на лиственно-хвойной стадии формирования

Characteristics of wood phytocoenosis at the deciduous-coniferous stage of formation

Лиственно-хвойная стадия						
S, га	Залежь, лет	порода	штук на га	H _{ср} (м) D _{ср} (см)	A _{ср} , лет	Расстояние от стены леса
5	30	Ель	6400	$\frac{1,0}{1}$	7	Примыкает к стене леса Участок периодически подвергался воздействию весенних палов
		Сосна	100			
		Осина	1300	$\frac{5,0}{4}$	14	
		Берёза	2500	$\frac{5,0}{4}$	14	
		Ива древ.	2500	$\frac{7,0}{3}$	14	

Лиственно-хвойная стадия						
S, га	Залежь, лет	порода	штук на га	H _{ср} (м) D _{ср} (см)	A _{ср} , лет	Расстояние от стены леса
Преобладающие в живом напочвенном покрове покрытие видов (ЖНП): иван-чай узколистный 14%, земляника лесная 17%, одуванчик лекарственный 11%, кукушкин лен обыкновенный 31%, осока лесная 10%, сныть обыкновенная 3%, ежа сборная 16% мятлик луговой 4%						
3	17	Ель	700	$\frac{1,5}{1}$	6	Примыкает к стене леса. Участок периодически подвергался воздействию весенних палов
		Сосна	50			
		Ива	500	$\frac{4,0}{4}$	12	
		Береза	500	$\frac{5,0}{4}$	12	
ЖНП: одуванчик лекарственный 7%, ежа сборная 12%, клевер луговой 6%, тысячелистник обыкновенный 6%, лютик едкий 4%, осот полевой 5%, подорожник средний 8%, кипрей узколистный 5%, хвощ полевой 7%, лютик едкий 4%, зверобой обыкновенный 2%, кукушкин лен обыкновенный 31%						
Почва: агрозём, подстилаемый суглинисто-супесчаным горизонтом на красноцветном суглинке						
5	24	Береза	2200	$\frac{5,0}{4}$	12	250
		Осина	50	$\frac{5,0}{4}$	12	
		Ива древ.	2800	$\frac{5,0}{4}$	12	
ЖНП: ежа сборная 16%, осот полевой 10%, осока 15%, сныть 40%, вейник 2%, лютик едкий 4%, кипрей узколистный 10%, хвощ полевой 7%						
3	24	Сосна	700	$\frac{4}{6}$	15	Примыкает к стене леса. Участок периодически подвергался воздействию весенних палов
		Ель	850	$\frac{3}{4}$	12	
		Береза	1200	$\frac{5,0}{4}$	12	
		Осина	1000	$\frac{5,0}{4}$	12	
		Ива древ.	1800	$\frac{5,0}{4}$	12	
		Ива куст.	500	$\frac{3}{1}$	–	
ЖНП: лапчатка прямостоячая 20%, купырь 20%, мятлик луговой 30%, фиалка болотная 10%, кипрей узколистный 15%, лютик едкий 5%						
Почва: агрозём, подстилаемый супесчаным горизонтом на красноцветном суглинке						

Внедрение хвойных видов, в основном сосны, в первую очередь зависит от периодичности и времени пирогенного воздействия. При периодическом весеннем воздействии огня на дренированных постагрогенных почвах доля сосны может быть значительна, если источник обсеменения примыкает непосредственно к залежной площади.

При исследовании приближающихся к климаксовой стадии древостоев ели и сосны на постагрогенных землях необходимо отметить, что сформировавшиеся сообщества отличаются составом насаждения в зависимости от гранулометрического состава почвы (табл. 3).

Анализ почвенных разрезов на опытных объектах показал чёткую взаимосвязь между преобладанием сосны или ели в зависимости от подстилающей породы. Древостой с преобладанием сосны приурочен к постагрогенной почве, подстилаемой супесчаной породой, а еловый фитоценоз произрастает на постагрогенной почве, сохранившей пахотный горизонт мощностью 20–30 см со следами оподзоливания, так как сверху образовался ярко выраженный слой лесной почвы мощностью до 10 см, подстилающий его супесчано-суглинистый горизонт имеет мощность до 20 см. Для соснового древостоя пахотный горизонт имеет меньшую мощность 15–20 см, и на нём менее выражен процесс оподзоливания – нет явных белёсых подтёков. Подстилающий бывший агрозём горизонт по своему гранулометрическому составу является супесчаным и протяжённостью более 30 см. Почвенный горизонт, образовавшийся за время роста соснового древостоя, имеет мощность 5–7 см.

Древостой с равной долей участия пород произрастает на почвах, являющимися переходными по своим показателям между этими разновидностями. Условия произрастания данных древостоев соответствуют Ia классу бонитета для хвойных древостоев ели и сосны для региона исследования к данному возрасту. Сосновый элемент леса на постагрогенных почвах на всех опытных участках превосходит еловую часть древостоя по средним высотам и диаметрам. Отмечается небольшая представленность лиственных пород – берёзы и осины в составе исследуемых насаждений.

Проведённый дендрохронологический анализ с отбором кернов древесины на уровне корневой шейки ствола у сосны и ели показал, что средний возраст пород составляет 80–85 лет. Фактическая одновозрастность элементов леса позволяет предполагать, что при прекращении землепользования происходило одновременное возобновление ели и сосны на заброшенных землях.

Таблица 3

Характеристика фитоценоза на стадии хвойного древостоя
Characterization of phytocoenosis at the stage of coniferous stands

С преобладанием ели						
Порода	Состав, %	А, лет	D _{ср} , см	H _{ср} , м	N на га	M, м ³
Ель	87	80	32,5	27,9	380	431
Сосна	11	85	35,7	30,2	50	55
Осина	0,5	50	17,4	21,7	7	2
Берёза	1,5	60	19,4	22	33	9
С равной долей участия ели и сосны						
Сосна	50	85	31.1	30.0	315	268
Ель	48	80	25.1	27.0	488	258
Осина	1	50	33.8	24.0	18	7
Берёза	1	60	24.6	28.0	9	4
С преобладанием сосны						
Сосна	61	85	31.5	30.0	284	266
Ель	38	80	25.5	27.0	211	167
Осина	1	60	11.0	24.0	25	5

Проведённый анализ видов в исследуемых спелых насаждениях сосны и ели на постагrogenных почвах показал наличие фактически сходных видов в живом напочвенном покрове, но в разной количественной представленности в проективном покрытии (табл. 4). В живом напочвенном покрове под древостоем с преобладанием ели в проективном в напочвенном покрытии преобладают характерные лесные виды – эдификаторы, такие как черника, кислица и майник.

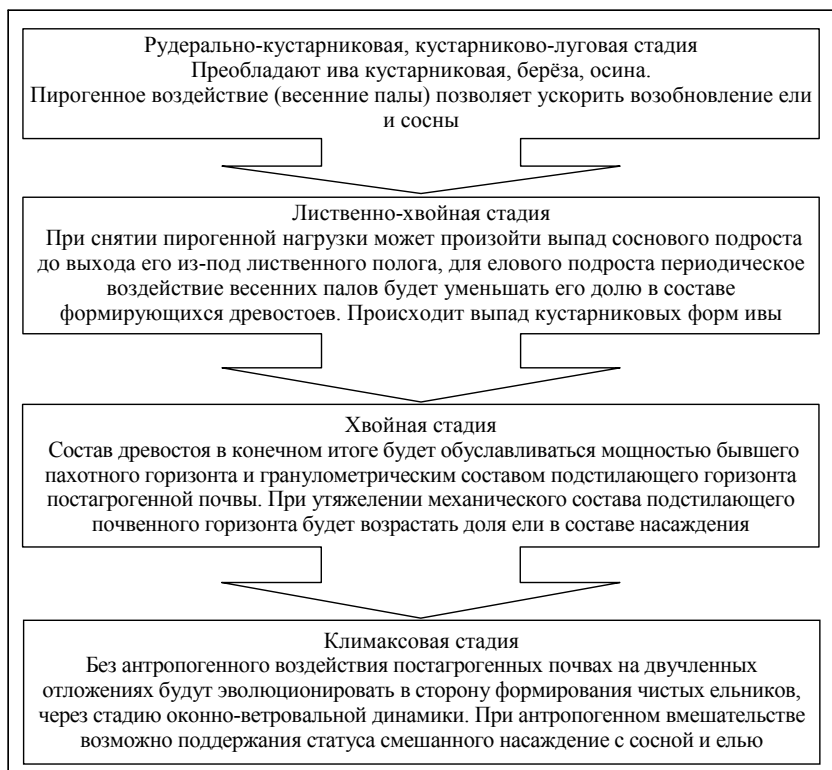
Для древостоя с преобладанием сосны на старопахотных почвах характер живого напочвенного проективного покрытия имеет большее процентное перекрытие этими видами и возрастает доля участия более светолюбивых видов брусники, седмичника, майника двулистного и яснотки зеленчуковой. Увеличивается доля участия в покрове папоротников, но снижается доля мхов. Изменение в живом напочвенном покрове связано с более разреженным пологом древостоя с преобладанием сосны. В древостое с равным участием сосны и ели на старопахотных почвах доля теневыносливых видов трав, кустарничков и мхов увеличивается, а доля светолюбивых видов уменьшается.

Таблица 4

**Видовой состав и проективное покрытие живого напочвенного покрова
в насаждениях ели и сосны на старопахотных почвах**

**Species composition and projective coverage of living ground cover in spruce
and pine plantations on old plowing soils**

С преобладанием ели		С преобладанием сосны	
<i>Кустарнички</i>	Среднее проективное покрытие, %	<i>Кустарнички</i>	Среднее проективное покрытие, %
1. Черника	26	1. Черника обыкновенная	76
2. Брусника	2	2. Брусника	42
3. Костяника	2	<i>Травы, папоротники, мхи</i>	
<i>Травы и мхи</i>		1. Кислица	66
1. Майник	8	2. Фиалка болотная	2
2. Ожика волосистая	4	3. Майник двулистный	68
3. Золотарник	4	4. Ландыш	2
4. Кислица	11	5. Седмичник европейский	34
5. Щитовник	2	6. Ожика	18
6. Седмичник	3	7. Земляника лесная	4
7. Щучка	1	8. Звездчатка	17
8. Звездчатка	1	9. Осока лесная	17
9. Ветреница	2	10. Яснотка зеленчуковая	24
10. Яснотка зеленчуковая	1	11. Щитовник мужской	13.
11. Мох Шребера	61	12. Мох Шребера	12
С равной долей участия сосны и ели			
<i>Кустарнички</i>	Среднее проективное покрытие, %	<i>Травы</i>	Среднее проективное покрытие, %
1. Черника обыкновенная	18	1. Вороний глаз четырехлиственный	1
2. Брусника	2	2. Седмичник европейский	2
<i>Полукустарнички</i>		3. Мятлик луговой	1
1. Костяника каменистая	1	4. Земляника лесная	2
<i>Травы</i>		5. Звездчатка средняя	1
1. Яснотка зеленчуковая	14	6. Хвощ лесной	1
2. Звездчатка дубравная	4	7. Голокучник обыкновенный	1
3. Ветреница дубравная	4	8. Ландыш майский	1
4. Золотарник обыкновенный	2	<i>Папоротники и мхи</i>	
5. Ожика волосистая	2	1. Кочедыжник женский	2
6. Майник двулистный	2	2. Щитовник мужской	2
7. Кислица обыкновенная	31	3. Плевроциум Шребера	19



Прогнозная схема сукцессии растительности на постагрогенных почвах на двучленных отложениях

Predictive scheme of vegetation succession on postagrogenous soils on bivalve sediments

На основе проведённых исследований был построен вероятностный хронологический ряд восстановления растительности от первых рудерально-кустарниковых стадий до климаксовых сообществ со спелыми древостоями на данных постагрогенных землях на двучленных отложениях (рисунок):

Заключение. Проведённое исследование показало, что процесс восстановления древесных ценозов на постагрогенных почвах двучленного строения имеет различные временные рамки в зависимости от площади участка и преобладания в живом покрове травянистых видов. Процесс восстановления

сомкнутого древесного ценоза может тормозиться обильным травяным покровом злаковых видов. Внедрение хвойных пород под полог лиственных молодняков связан как с расстоянием от источника семян, т. е. материнских деревьев, так и с пирогенным воздействием на данные сообщества. В живом напочвенном покрове на стадии сомкнутого лиственно-хвойного ценоза велика доля рудерально-луговых видов. В спелых хвойных древостоях ели сосны на старопахотных почвах доминирование вида зависит в большей степени от мощности бывшего пахотного горизонта и гранулометрического состава подстилающего двучленного отложения. Для древостоев, с большей долей участия сосны в составе характерно размещение в условиях меньших по мощности как вновь образовавшейся лесной почвы, так и бывшего пахотного горизонта на подстилающем супесчаном горизонте. С утяжелением гранулометрического состава этого горизонта до лёгкого суглинка или супесчано-суглинистого возрастает доля ели в насаждении. Составленная прогнозная схема сукцессионных формирований древостоев на двучленных почвах требует дальнейшей разработки и уточнения. Недостаток сведений и разобщённость данных о ходе лесообразовательного процесса на бывших сельскохозяйственных землях на двучленных почвах не позволяет сформировать научно обоснованную систему мероприятий для рационального ведения лесного хозяйства на данных площадях.

Библиографический список

Алятин М.В. Особенности происхождения, формирования и воспроизводства сложных ельников Ижорского (Силурийского) плато, дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2007. 165 с.

Андреева Е.Н., Бакал И.Ю., Горшков И. В. и др. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимия СПбГУ, 2002. 240 с.

Апарин Б.Ф., Рубилин Е.В. Особенности почвообразования на двучленных породах Северо-Запада Русской равнины. Л.: Наука, 1975. 195 с.

Вайман А.А., Яковлева Л.В., Данилов Д.А. Сравнительный анализ восстановления древесной растительности на постагрогенных почвах // Ижорского плато. Изд-во: Брянская государственная инженерно-технологическая академия (Брянск) Актуальные проблемы лесного комплекса, 2018. № 53. С. 61–64.

Голубева Л.В. Лесоводственно-экологическая трансформация постагрогенных земель на карбонатных отложениях в подзоне средней тайги Архангельской области: дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2015. 157 с.

Гузель Н.И. Изменения почвенного покрова при зарастании бывших сельскохозяйственных земель на Карельском перешейке // Материалы по изучению русских почв. 1999. № 1.

Данилов Д.А., Жигунов А.В., Красновидов А.Н., Рябинин Б.Н., Неверовский В.Ю., Шестакова Т.А., Шестаков В.И., Эндерс О.О. Выращивание древесных насаждений на постагrogenных землях. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2016. 130 с.

Доклад о состоянии и использовании земель в Ленинградской области в 2017 году. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. Управление федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Ленинградской области. 2018. 67 с.

Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2016 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 240 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2016 году / сост. Ж.Ю. Захарова и др. М.: Росреестр, 2017.

Красновидов А.Н., Осипов А.И., Чмыр А.Ф. Эффективный способ использования земель, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / ред. акад. А.Л. Иванова. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. С.338–401.

Люри Д.И., Горьшкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке постагrogenное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.

Мелехов В.И., Антонов А.М., Лохов Д.В. Лесоводственный потенциал неиспользуемых сельскохозяйственных земель // Вестник Поморского университета. Серия «Естественные науки». Архангельск, 2011. № 3. С. 62–66.

Моисеев В.С. Таксация молодяков. Л.: ЛТА, 1971. 334 с.

Морозов А.М., Залесов С.В. Особенности лесообразовательного процесса на пашне и сенокосе // Агро XXI. 2008. № 7–9. С. 40–42

Пат. № 2084129 РФ, МКИ С 6 А 01 G 23/00. Способ учета подроста. Грязкин А.В. № 94022328/13; заявл. 10.06.94; опубл. 20.07.97, Бюл. № 20

Сукачëв В.Н. Избранные труды в трех томах / под ред. Е. М. Лавренко. Л.: Наука. Т. 1: Основы лесной типологии и биогеоценологии, 1972. 419 с. 352 с.; Т. 3: Проблемы фитоценологии. 1975. 543 с.

Телеснина В.М. Постагrogenная динамика растительности и свойств почвы в ходе демулационной сукцессии в южной тайге // Лесоведение, 2015, № 4. С. 293–306

Чертов О.Г. Экология лесных земель. Л.: Наука, 1981. 192 с.

Федорчук В.Н., Неиштаев В.Ю., Кузнецова М.Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России: типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб.: ЗАО «Хромис», 2005. 382 с.

Kalina O., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Lyuri D.I., Najdenko L., Giani L. Self-restoration of post-agrogenic sandy soils in the southern Taiga of Russia: Soil development, nutrient status, and carbon dynamics // Geoderma. 2009. Vol. 152. P. 35–42.

Hooker T.D., Compton J.E. Forest ecosystem carbon and nitrogen accumulation during the first century after agricultural abandonment // Ecol. Appl. 2003. Vol. 13, no. 2. P. 299–313.

Tarnocai C., Canadell J.G., Schuur E.A.G., Kuhry P., Mazhitova G., Zimov S. Soil organic carbon pools in then or then circumpolar permafrost region // *Global Biogeochemical Cycles*. 2009. 23. GB2023. DOI: 10.1029/2008GB003327.

Telesnina V.M., Zhukov M.A. The influence of agricultural land use on the dynamics of biological cycling and soil properties in the course of postagrogenic succession (Kostroma oblast) // *Eurasian Soil Science*. 2019. Vol. 52, no. 9. P. 1122–1136.

Questad E.R., Bryan L. Coexistence through spatio-temporal heterogeneity and species sorting in grassland plant communities // *Ecology Letters*. 2008. Vol. 11, no. 7. P. 717–726.

References

Alyatin M.V. Osobennosti proiskhozhdeniya, formirovaniya i vosproizvodstva slozhnyh el'nikov Izhorskogo (Silurijskogo) plato, dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk Sankt-Peterburg, 2007. 165 p. (In Russ.)

Andreeva E.N., Bakal I.Yu., Gorshkov I.V. i dr. *Metody izucheniya lesnyh soobshchestv*. SPb.: NIIMIYA SPbGU, 2002. 240 p.

Aparin B.F., Rubilin E.V. Osobennosti pochvoobrazovaniya na dvuchlennyh porodah Severo-Zapada Russkoj ravniny. L.: Nauka, 1975. 195 s. (In Russ.)

Vajman A.A., Yakovleva L.V., Danilov D.A. Sravnitel'nyj analiz vosstanovleniya drevesnoj rastitel'nosti na postagrogennyh pochvah // *Izhorskogo plato*. Izdatel'stvo: Bryanskaya gosudarstvennaya inzhenerno-tehnologicheskaya akademiya (Bryansk). *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2018, no. 53, pp. 61–64. (In Russ.)

Golubeva L.V. Lesovodstvenno-ekologicheskaya transformaciya postagrogennyh zemel' na karbonatnyh otlozheniyah v podzone srednej tajgi Arhangel'skoj oblasti: dis. ... k-ta s.-ch. nauk. Arhangel'sk, 2015. 157 p. (In Russ.)

Guzel' N.I. Izmeneniya pochvennogo pokrova pri zarastanii byvshih sel'skohozyajstvennyh zemel' na Karel'skom pereshejke. *Materialy po izucheniyu russkih pochv*, 1999, no. 1. (In Russ.)

Danilov D.A., Zhigunov A.V., Krasnovidov A.N., Ryabinin B.N., Neverovskij V.Yu., Shestakova T.A., Shestakov V.I., Enders O.O. Vyrashchivanie drevesnyh nasazhdenij na postagrogennyh zemlyah. SPb.: Izd-vo Politehnicheskogo universiteta, 2016. 130 p. (In Russ.)

Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Leningradskoj oblasti v 2017 godu. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj registracii, kadastra i kartografii. Upravlenie federal'noj sluzhby gosudarstvennoj registracii, kadastra i kartografii po leningradskoj oblasti. 2018. 67 p. (In Russ.)

Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federacii v 2016 godu. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018. 240 c. (In Russ.)

Gosudarstvennyj (nacional'nyj) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossijskoj Federacii v 2016 godu / sost.: Zh.Yu. Zaharova i dr. Moskva: Rosreestr, 2017. (In Russ.)

Krasnovidov A.N., Osipov A.I., Chmyr A.F. Effektivnyj sposob ispol'zovaniya zemel', vybyvshih iz aktivnogo sel'skohozyajstvennogo oborota// Agroekologicheskoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya zemel' Rossii, vybyvshih iz aktivnogo sel'skohozyajstvennogo oborota / red. akad. A.L. Ivanova. M.: Pochv. in-t. im. V.V. Dokuchaeva Rossel'hozokademii, 2008, pp. 338–401. (In Russ.)

Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko, E.A., Nefedova T.G. Dinamika sel'skohozyajstvennyh zemel' Rossii v XX veke postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv. M.: GEOS, 2010. 416 p. (In Russ.)

Melekhov V.I., Antonov A.M., Lohov D.V. Lesovodstvennyj potencial neispolzuemyh sel'skohozyajstvennyh sel'skohozyajstvennyh ugodij. *Vestnik Pomorskogo universiteta, seriya "Estestvennye nauki"*, 2011, no. 3, pp. 62–66. (In Russ.)

Moiseev V.S. Taksaciya molodnyakov. L.: LTA, 1971. 334 p.

Morozov A.M., Zalesov S.V. Osobennosti lesoobrazovatel'nogo processa na pashne i senokose. *Agro XXI*, 2008, no. 7–9, pp. 40–42. (In Russ.)

Pat. № 2084129 RF, MKI S 6 A 01 G 23/00. Sposob ucheta podrosta. Gryaz'kin A.V. № 94022328/13; zayavl. 10.06.94; opubl. 20.07.97, Byul. № 20

Sukachyov V.N. Izbrannye trudy v trekh tomah / pod red. E. M. Lavrenko. L.: Nauka. T. 1: Osnovy lesnoj tipologii i biogeocenologii. 1972. 419 p.; 352 p.; T. 3: Problemy fitocenologii. 1975. 543 p.

Telesnina V.M. Postagrogennaya dinamika rastitel'nosti i svojstv pochvy v hode demutacionnoj sukcesii v yuzhnoj tajge. *Lesovedenie*, 2015, no. 4, pp. 293–306.

Chertov O.G. Ekologiya lesnyh zemel'. L.: Nauka, 1981. 192 s. (In Russ.)

Fedorchuk V.N., Neshataev V.Yu., Kuznecova M.L. Lesnye ekosistemy severozapadnyh rajonov Rossii: tipologiya, dinamika, hozyajstvennye osobennosti. SPb.: ZAO «Hromis», 2005. 382 p. (In Russ.)

Kalinina O., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Lyuri D.I., Najdenko L., Giani L. Self-restoration of post-agrogenic sandy soils in the southern Taiga of Russia: Soil development, nutrient status, and carbon dynamics. *Geoderma*, 2009, vol. 152, pp. 35–42.

Hooker T.D., Compton J.E. Forest ecosystem carbon and nitrogen accumulation during the first century after agricultural abandonment. *Ecol. Appl.*, 2003, vol. 13, no. 2, pp. 299–313.

Tarnocai C., Canadell J.G., Schuur E.A.G., Kuhry P., Mazhitova G., Zimov S. Soil organic carbon pools in then or then circumpolar permafrost region. *Global Biogeochemical Cycles*, 2009, 23. GB2023. DOI: 10.1029/2008GB003327.

Telesnina V.M., Zhukov M.A. The influence of agricultural land use on the dynamics of biological cycling and soil properties in the course of postagrogenic succession (Kostroma oblast). *Eurasian Soil Science*, 2019, vol. 52, no. 9, pp. 1122–1136.

Questad E.R., Bryan L. Coexistence through spatio-temporal heterogeneity and species sorting in grassland plant communities. *Ecology Letters*, 2008, vol. 11, no. 7, pp. 717–726.

Материал поступил в редакцию 03.11.2020

Данилов Д.А., Шестаков В.А., Шестакова Т.А., Эндерс О.О. Сукцессионные стадии восстановления древесной растительности на постагрогенных землях Ленинградской области // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 233. С. 60–80. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.233.60-80*

Проведено исследование восстановления древесных сообществ на постагрогенных почвах на двучленных отложениях в условиях Оредежского плато Лужско-Оредежского ландшафта Ленинградской области. Применялся метод учётных площадок и пробных площадей для учёта возобновляющихся и спелых древостоев. Проведён подбор по стадиям восстановления растительности по ряду: рудерально-кустарниковая, кустарниково-луговая, лиственно-хвойная и спелый хвойный древостой с преобладанием ели или сосны. Показано, что с ростом и развитием древесных сообществ происходит смена видового состава от рудерально-луговой растительности в живом напочвенном покрове к преобладанию лесных видов и полностью их замещению в спелых хвойных древостоях. Подчёркивается роль воздействия весенних палов на внедрение хвойных пород под полог лиственных сообществ. Показано, что удалённость от источника материнского древостоя сдерживает формирование сомкнутого древесного полога в условиях залежи. Установлено, что в спелых древостоях на постагрогенных старопахотных землях доля участия ели или сосны зависит от гранулометрического состава подстилающего горизонта. На постагрогенных почвах на супесчаном горизонте будет преобладать сосна. С утяжелением гранулометрического состава до суглинистого этого горизонта будет преобладать ель. Построена возможная прогнозная схема развития древесных сообществ в условиях постагрогенных земель на почвах, сформировавшихся на двучленных отложениях. Недостаток сведений и разобщённость данных о ходе лесообразовательного процесса на бывших сельскохозяйственных землях на двучленных почвах не позволяет сформировать научно-обоснованную систему мероприятий для рационального ведения лесного хозяйства на данных площадях.

Ключевые слова: постагрогенные земли, почвы на двучленных отложениях, естественное возобновление лиственных пород, подрост сосны и ели, спелые древостои сосны и ели, проективное покрытие живого напочвенного покрова.

Danilov D.A., Shestakov V.A., Shestakova T.A., Enders O.O. Successional stages of restoration of woody vegetation on postagrogenic lands of the Leningrad region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicoskoj Akademii*, 2020, is. 233, pp. 60–80 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2020.233.60-80

Restoration of tree communities on postagrogenous soils on binomial sediments in the Oredezhsy plateau of the Luzhsko-Oredezhsy landscape of the Leningrad Region

was carried out. The method of accounting sites and test areas for the accounting of renewable and mature stands was applied. A selection was made for the stages of vegetation restoration by a number of ornamental-shrubby, shrub-meadow, deciduous coniferous and ripe coniferous trees with spruce or pine dominance. It is shown that with the growth and development of tree communities there is a change of species composition from ores and meadow vegetation in living ground cover to the prevalence of forest species and their complete replacement in mature coniferous stands. The role of spring field fire impact on the introduction of conifers under the canopy of leafy communities is emphasized. It is shown that the distance from the source of the mother tree holds back the formation of an enclosed tree canopy under deposit conditions. It has been established that in mature stands on postagrogenous old growth lands the share of spruce or pine depends on the particle size distribution of the underlying horizon. In postagrogenous soils on the sandy horizon pine will prevail. As the particle size distribution becomes heavier to the loamy horizon, spruce will dominate. Possible predicted scheme of development of woody communities under conditions of postagrogenic soils on soils formed on binomial sediments has been constructed. Lack of information and dispersion of data on the course of the forest formation process on former agricultural lands on bivalve soils does not allow forming a scientifically grounded system of measures for rational forest management on these areas.

Keywords: post-agrogenic lands, soils on binomial sediments, natural regeneration of deciduous species, pine and spruce undergrowth, mature pine and spruce stands, projective grass cover.

ДАНИЛОВ Дмитрий Александрович – главный научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов Ленинградского научно-исследовательского института сельского хозяйства «Белогорка филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», профессор кафедры лесоводства Института леса и природопользования Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета, доктор сельскохозяйственных наук.

188338, ул. Институтская, д. 1, д. Белогорка, Гатчинский район. Ленинградская область, Россия. E-mail: stown200@mail.ru; 194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия.

DANILOV Dmitry A. – DSc (Agriculture), Chief Researcher Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato Research Centre; professor of Forest Department at St.Petersburg State Forest Technical University, St.Petersburg State Forest Technical University.

188338 Institute str. 1. Vill. Belogorka. Gatchina district. Leningrad region, Russia. E-mail: stown200@mail.ru; 194021, Institutsky per., h. 5, Saint-Petersburg, Russia. E-mail: stown200@mail.ru.

ШЕСТАКОВ Валерий Иванович – научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов, Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха».

188388, ул. Институтская, д. 1, д. Белогорка, Гатчинский р-н, Ленинградская область, Россия. E-mail: stown200@mail.ru

SHESTAKOV Valery I. – researcher, Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato Research Centre.

188388. Institute str. 1. Vill. Belogorka. Gatchina District. Leningrad region. Russia. E-mail: stown200@mail.ru

ШЕСТАКОВА Тамара Алексеевна – научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов, Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха».

188388, ул. Институтская, д. 1, д. Белогорка, Гатчинский р-н, Ленинградская область, Россия. E-mail: stown200@mail.ru

SHESTAKOVA Tamara A. – researcher, Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato Research Centre.

188388. Institute str. 1. Vill. Belogorka. Gatchina District. Leningrad region. Russia. E-mail: stown200@mail.ru

ЭНДЕРС Ольга Олеговна – научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов, Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха».

188388, ул. Институтская, д. 1, д. Белогорка, Гатчинский р-н, Ленинградская область, Россия. E-mail: stown200@mail.ru

ENDERS Olga O. – researcher, Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato Research Centre.

188388. Institute str. 1. Vill. Belogorka. Gatchina District. Leningrad region. Russia. E-mail: stown200@mail.ru