УДК 63.630.181

DOI: 10.35809/2618-8279-2020-3-5

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОРОШАЕМОГО АГРОФИТОЦЕНОЗА КАРТОФЕЛЯ, ВЫРАЩИВАЕМОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF IRRIGATED AGROPHYTOCENOSIS OF POTATOES GROWN UNDER THE INFLUENCE OF FOREST STRIPS

О. В. Рулева, доктор сельскохозяйственных наук,
В. А. Веденева, кандидат сельскохозяйственных наук

O.V. Ruleva, doctor of agricultural sciences,
V.A. Vedeneva, candidate of agricultural sciences

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук

Federal Scientific Center for Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

Исследования по влиянию лесных полос на микроклимат агрофитоценоза орошаемого картофеля, его биопроductивность с установлением сроков полива, поливных норм, определения биомассы в фазу цветения было выполнено в 2020 году в х. Тумак Среднеахтубинского района Волгоградской области. Фенологические наблюдения проводили в фазах: посадка – всходы, всходы – бутонизация, бутонизация – цветение, цветение – прекращение прироста ботвы, прекращение прироста ботвы – увядание ботвы, увядание ботвы – полная спелость. Биомассу определяли весовым методом. Площадь листьев – с помощью палетки и цифровым измерением метрических характеристик листовых пластин при помощи сканера и графического редактора. Возраст лесных насаждений 50-60 лет, расстояние между рядами 9 м, между деревьями в ряду 8-9 м. Главная порода представлена дубом черешчатым (*Quercus robur*), вязом приземистым (*Ulmus laevis*). Поливная норма, продолжительность полива и количество поливов изменялись в процессе роста и развития растения и определялись расчетным методом. Согласно проведенным расчетам, поливная норма для поддержания предполивного порога влажности активного слоя почвы на уровне не ниже 70 и 80% НВ составила соответственно 110 и 73 м³/га. В условиях Среднеахтубинского района Волгоградской области к важнейшим факторам, определяющим урожайность картофеля, относятся плодородие почвы, метеорологические условия, микроклимат прилегающей территории, биологические особенности выращиваемой сельскохозяйственной культуры, водный и пищевой режимы почвы на орошаемых землях, выбранный способ полива. Установлено, что комплексные мелиорации, рациональное освоение земельных и водных ресурсов, высокая агротехника позволяют получать урожаи картофеля на уровне 40-50 т/га.

Studies on the influence of forest strips on the microclimate of the agrophytocenosis of irrigated potatoes, their bioproductivity with the establishment of irrigation dates, irrigation standards, and determination of biomass in the flowering phase were performed in 2020 in farm Tumak sredneakhtubinsky district of the Volgograd region. Phenological observations were carried out in the following phases: planting-sprouting, sprouting-budding, budding-flowering, flowering-stopping the growth of the tops, stopping the growth of the tops – wilting of the tops, wilting of the tops – full ripeness. The biomass was determined by weight method. Leaf area – using a palette and digital measurement of the metric characteristics of leaf plates using a scanner and a graphic editor. The age of forest stands is 50-60 years, the distance between rows is 9 m, between trees in a row is 8-9 m. The main breed is represented by petiole oak (*Quercus robur*), squat elm (*Ulmus laevis*). The irrigation rate, the duration of irrigation, and the number of waterings changed during the growth and development of the plant and were determined by the calculation method. According to the calculations, the irrigation rate for maintaining the pre-irrigation moisture threshold of the active soil layer at a level not lower than 70 and 80% HB was 110 and 73 m³/ha, respectively. In the conditions of the sredneakhtubinsky district of the Volgograd region, the most important factors determining potato productivity include soil fertility, meteorological conditions, the microclimate of the surrounding area, biological features of the cultivated crop, water and food regimes of the soil on irrigated lands, and the chosen method of irrigation. It has been established that integrated land reclamation, rational development of land and water resources, and high agricultural technology make it possible to obtain potato yields at the level of 40-50 t/ha.

Ключевые слова: влияние полезащитных дубовых лесных полос, капельное орошение, картофель, микроклимат.

Key words: the effect of field-protective forest belts of oak, drip irrigation, potato, microclimate.

Введение. По разным оценкам в настоящее время на территории земель сельскохозяйственного назначения Волгоградской области имеется более 130 тыс. га защитных насаждений, из них более 70 тыс. га отведено под полезащитные лесные полосы, созданные в виде линейных посадок на границах полей севооборотов. Многолетние научные исследования и практические результаты применения базовых комплексных мелиораций доказывают их значимость [4, 7, 9]. Так, защитное лесоразведение оказывает благоприятное воздействие на эффективность оросительных мелиораций. Правильное размещение лесных полос и их соотношение с полями севооборотов от 1,5 до 8,0% снижают и прекращают водную и ветровую эрозию почв, блокируют образование пыльных бурь [6, 3, 10]. Средняя урожайность культур, возделываемых в системах лесных полос, увеличивается на 15-30% и более.

Проведенные в 2020 году исследования на пойменных землях Заволжья с применением современного способа полива – капельного орошения картофеля – под защитой лесной полосы позволили получить аналитический материал для выявления закономерностей функционирования орошаемых агробиоценозов на основе динамики ростовых функций картофеля.

Материалы и методы. Объект исследования – агроценоз картофеля, формирующийся на орошаемых землях под влиянием защитных лесных полос. Оценку естественного увлажнения за вегетационный период определяли по показателю гидротермического коэффициента (ГТК) согласно критерию Т.Г. Селянинова. Метеорологические данные были получены на ближайших от места проведения исследований метеостанциях.

Для определения скорости ветра использовали анемометр «АероТемп», температуры почвы – термометр-щуп цифровой «Рэлсиб» ИТ-7-Ж-6-1000. Комплексный мониторинг плодородия почв осуществлен на основе отбора образцов почвы исследуемого участка в лаборатории «ЦАС «Волгоградский».

При таксационно-мелиоративной оценке состояния полезащитной лесной полосы учитывались породный состав, возраст, высота, количество рядов, ширина полосы, расстояние между рядами и деревьями, конструкция, ажурность и пространственная ориентация на местности. Наблюдения за динамикой влажности почвы осуществляли термостатно-весовым способом. Поливную норму рассчитывали по формуле А.Н. Костякова [5].

Фенологические наблюдения проводили в следующих фазах развития картофеля: посадка – всходы, всходы – бутонизация, бутонизация – цветение, цветение – прекращение прироста бот-

вы, прекращение прироста ботвы – увядание ботвы, увядание ботвы – полная спелость [1, 2]. Биомассу определяли при помощи весов – «ВК-600 (версия ОП U.1.4)». Площадь листьев определяли с помощью палетки и цифровым измерением метрических характеристик листовых пластин при помощи сканера и графического редактора. Площади листьев измеряли на тех же делянках, где проводили фенологические наблюдения по срезанным с трех площадок по 0,25 м² растениям. На этих срезанных растениях определяли сырую и сухую биомассу растений.

Биологическая урожайность учитывалась методом метровых площадок в трехкратной повторности [8].

Результаты и обсуждение. Исследования проводились в Среднеахтубинском районе Волгоградской области, х. Тумак. Координаты объекта: долгота 44°38'39.446''E, широта 48°36'42.108''N, точность 3,9 м. Выращиваемая культура – столовый сорт картофеля Лаперла (Германия), система полива – капельное орошение. В 2020 году по категории интенсивности атмосферных засух апрель характеризовался как слабо засушливый, в мае отсутствовала засуха, однако следует отметить, что в мае осадки в виде дождя носили ливневый характер и были неравномерно распределены в течение месяца. В июне отмечена сильная засуха, в июле и августе – очень сильная засуха.

Анализ динамики скорости ветра (июль, сентябрь) позволил выявить ряд закономерностей. Направление ветра – западное, переходящее в северо-западное. С наветренной стороны лесной полосы максимальная скорость ветра в июле отмечалась на расстоянии 5Н, далее некоторое нивелирующее влияние оказал агроце-

ноз картофеля, на расстоянии 20-30Н ветер приобретал скорость, равную степной (контроль) и выше. При увеличении скорости ветра эффективность лесной полосы, как ветролома, увеличивалась – наблюдения 19.09.2020. Скорость достигала максимальных значений на расстоянии 10Н (рисунок 1).

Почвы исследуемого участка малогумусные, содержание гумуса в пахотном слое составляет 2,73%. Реакция почвенного раствора – от нейтральной до слабо щелочной (рН – 7,27), массовая доля подвижных соединений фосфора, калия и серы повышенная и высокая. Обеспеченность почвы питательными элементами сравнительно выровненная. По типу почвы относятся к агроаллювиальным, темнотемновым. По механическому составу почвы по единой классификационной шкале – к тяжелосуглинистым, структура ореховато-мелкоглыбистая. По свежеспаханной почве плотность изменялась в пределах 1,24-1,29 т/м³. Наименьшая влагоемкость составляла 25,9-24,2%.

Защитная лесная полоса находится с восточной стороны от орошаемого поля, географические координаты N 48°61'53'', E 44°64'9'', 6-рядная. Возраст насаждений 50-60 лет, расстояние между рядами 9 м, между деревьями в ряду 8-9 м. Главная порода представлена дубом черешчатым (*Quercus robur*), вязом приземистым (*Ulmus laevis*). Сопутствующие – робиния псевдоакация (*Robinia pseudoacacia*). Единичные – осина (*Populus tremula*), ива (*Salix alba*), лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*), кустарники – скумпия кожевенная (*Cotinus coggygria*), шиповник собачий (*Rosa canina*). Лесная полоса имеет плотную конструкцию, в среднем по профилю ажурность составила 17,8%. Средняя высота насаж-

Рисунок 1 – Скорость ветра (м/с) на разных расстояниях от лесной полосы

дений 12 м, средний диаметр ствола 38,04 см.

Расчет поливных норм и сроков проведения поливов позволил поддерживать влажность в почвенном профиле в установленных пределах. Согласно литературным данным оптимальным порогом для картофеля в нашей зоне в период развития является наименьшая влагоемкость (НВ) не ниже 70% [11, 12].

Поливная норма для поддержания предполивного порога влажности активного слоя почвы на уровне не ниже 70 и 80% НВ составила соответственно 110 и 73 м³/га. Поливная норма, продолжительность полива и количество поливов изменялись в процессе роста и развития растения. Согласно проведенным расчетам, в межфазный период посадка-всходы для поддержания предполивного порога влажности почвы на уровне 70% НВ потребовалось провести 5 поливов нормой 110 м³/га продолжительностью 1,5 часа. В период всходы-бутионизация, когда происходило интенсивное нарастание вегетативной массы растения, увеличивали число поливов при той же нор-

ме и продолжительности. В фазу бутонизация – цветение, когда начиналось клубнеобразование, возросло и водопотребление. Поддержание предполивного порога влажности в этот период увеличивалось до 80% НВ. При этом потребовалось провести 2 полива нормой 73 м³/га продолжительностью 1,0 часа. В межфазный период цветение – пожелтение нижних листьев потребо-

валось провести 20 поливов, нормой 73 м³/га продолжительностью 1,0 часа.

Расчетные величины поливных норм при повышении предполивного порога влажности почвы в слое 0,3 м от 70 до 80% НВ уменьшались соответственно со 110 до 73 м³/га. Продолжительность полива при этом сокращалась соответственно с 1,5 до 1,0 часа при увеличении числа поливов и ороси-

Таблица 1 – Продолжительность и даты наступления основных межфазных периодов картофеля

Межфазный период	Продолжительность, сут.	Дата
Посадка-всходы	25	15.04 – 09.05
Всходы-бутионизация	31	10.05 – 09.06
Бутионизация-цветение	5	10.06 – 14.06
Цветение-прекращение прироста ботвы	12	15.06 – 26.06
Преодоление прироста ботвы – увядание ботвы	13	27.06 – 09.07
Увядание ботвы-полная спелость	9	10.07 – 18.07

Таблица 2 – Биометрические характеристики картофеля (09 июля 2020 г.)

Расстояние от ЛП (Н)	Повторность	Среднее кол-во стеблей одного растения	Кол-во стеблей образцов, шт.	Кол-во листьев (боковые побеги), шт.	Биомасса стебля / Биомасса сухого стебля, г	Длина стебля, см	Биомасса листьев / Биомасса сухих листьев
1Н	1	6,7	3	15 (5)	<u>43,6</u> 4,3	80	<u>60,45</u> 7,17
	2			14 (4)	<u>23,2</u> 3,38	50	<u>50,6</u> 5,16
	3			14 (7)	<u>34,7</u> 4,34	66	<u>106,5</u> 9,21
2Н	1	4,5	3	18 (9)	<u>45,2</u> 6,69	61	<u>107,2</u> 10,56
	2			14	<u>29,3</u> 2,89	52	<u>48,1</u> 4,81
	3			14	<u>22,5</u> 2,93	56	<u>63,0</u> 5,41
5Н	1	5,9	3	13 (3)	<u>34,4</u> 3,16	55	<u>64,6</u> 6,42
	2			16 (11)	<u>38,0</u> 5,46	62	<u>107,4</u> 7,43
	3			13 (4)	<u>28,1</u> 3,96	53	<u>78,6</u> 7,06
10Н	1	5,6	3	17 (5)	<u>33,6</u> 5,06	58	<u>97,7</u> 7,83
	2			14	<u>24,8</u> 3,81	51	<u>50,0</u> 5,33
	3			18	<u>25,6</u> 4,74	60	<u>76,7</u> 8,1
15Н	1	5,8	3	15 (5)	<u>37,8</u> 4,54	66	<u>76,3</u> 7,82
	2			15 (6)	<u>52,3</u> 6,11	80	<u>103,4</u> 10,75
	3			14 (5)	<u>36,6</u> 5,7	78	<u>73,4</u> 8,4

Таблица 3 – Площадь листовой поверхности

Расстояние от ЗЛП (Н)	Площадь листьев, см ²	Средняя площадь листьев, см ²	Среднее количество стеблей растения, шт.	Средняя площадь листьев одного растения, м ²	Площадь листьев, тыс. м ² /га
1Н 1 стебель	1198,0	1440,6	6,7	0,97	43,65
1Н 2 стебель	837,8				
1Н 3 стебель	2285,9				
2Н 1 стебель	2125,8	1460,8	4,5	0,66	29,7
2Н 2 стебель	1068,6				
2Н 3 стебель	1188,1				
5Н 1 стебель	1265,1	1461,9	5,9	0,86	38,7
5Н 2 стебель	1497,9				
5Н 3 стебель	1622,7				
10Н 1 стебель	2053,0	1445,9	5,6	0,81	36,45
10Н 2 стебель	957,4				
10Н 3 стебель	1327,4				
15Н 1 стебель	1317,1	1771,3	5,8	1,03	46,35
15Н 2 стебель	2068,6				
15Н 3 стебель	1929,3				

тельной нормы с 1430 до 1606 м³/га. Таким образом, за весь вегетационный период оросительная норма составила 3036 м³/га.

Продолжительность вегетационных периодов, сроки наступления основных фаз развития являются важнейшими критериями оценки условий формирования урожая. Период от посадки до полной спелости картофеля составил 95 дней [5] (таблица 1).

Были проведены исследования по оценке биометрических параметров картофеля сорта Лаперла на разном расстоянии от ЛП (таблица 2).

Для получения высоких урожаев площадь листьев в агрофитоценозах должна по возможности достигать 40-50 тыс. м²/га и как можно дольше удерживаться в работоспособном состоянии [1, 2]. Недостаточно быстрое нарастание фотосинтетического аппарата значительно снижает использование фотосинтетической активной радиации (ФАР) на формирование органической массы, а, следовательно, и продуктивность растений. Расчетная площадь листовой поверхности картофеля в фазу цветение – прекращение прироста ботвы составила в среднем 39-40 тыс. м²/га (таблица 3).

К важнейшим факторам, определяющим урожайность картофеля, относятся плодородие почвы, метеорологические условия, микроклимат прилегающей территории, биологиче-

Таблица 4 – Урожайность картофеля

Расстояние от ЛП, Н	Урожай с пробной площадки, кг	Урожайность, т/га
1Н	9,53	37,2
2Н	9,97	38,9
5Н	10,84	42,3
10Н	7,20	28,0
15Н	10,68	41,7
20Н	14,20	55,4
контроль	10,50	40,9

ские особенности культуры, водный и пищевой режимы почвы на орошаемых землях, выбранный способ полива. Урожайность картофеля в среднем составила 40,6 т/га (таблица 4).

Высокое качество получаемой продукции является неперенным усло-

вием возделывания любой сельскохозяйственной культуры. Лабораторные исследования на содержание токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов не выявили превышения предельно допустимой концентрации этих веществ в клубнях картофеля.

Заключение. В условиях Среднеахтубинского района Волгоградской области к важнейшим факторам, определяющим урожайность картофеля, относятся плодородие почвы, метеорологические условия, микроклимат прилегающей территории, биологические особенности выращиваемой сельскохозяйственной культуры, водный и пищевой режимы почвы на орошаемых землях, выбранный способ полива. Комплексные мелиорации, рациональное освоение земельных и водных ресурсов, высокая агротехника возделываемых культур позволяют получать высокие урожаи картофеля на уровне 40-50 т/га при сохранении и улучшении климатических и гидрологических условий местности.

Библиографический список

1. Гиль, Л.С. Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения / Л.С. Гиль, В.И. Дьяченко, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима // Ж.: «Рута», 2007. – 390 с.
2. Дергачева, И.А. Перспективное направление возделывания картофеля на юге Российской Федерации / И.А. Дергачева, В.М. Гуренко, В.В. Бородычев [и др.] // Комплексные мелиорации – средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. М.: ФГБНУ ВНИИГиМ, 2014. – С. 49-54.
3. Дубенок, Н.Н. Продуктивность различных сортов картофеля при капельном орошении в Нижнем Поволжье / Н.Н. Дубенок, Д.А. Болотин, А.Г. Болотин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №2 (46). – С. 28-37.
4. Зволинский, В.П. Проблемы рационального природопользования Нижне-Волжского экорегиона / В.П. Зволинский, А.Н. Бондаренко // Известия Нижне-Волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №1 (37). – С. 13-18.
5. Костяков, А.Н. Основы мелиорации. Изд. 6-е. М., Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
6. Кружилин, И.П. Водосбережение в орошаемом земледелии / И.П. Кружилин, А.А. Новиков, А.Г. Болотин // Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, Волгоград, 06-09 сентября 2017 г. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2017. – С. 43-48.
7. Мелихов, В.В. Защитное лесоразведение как основной элемент комплексных мелиораций и фактор экологической и продовольственной безопасности РФ / В.В. Мелихов, К.Н. Кулик // Орошаемое земледелие. – 2020. – №1. – С. 6-7.
8. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / В.Н. Плешаков // Волгоград, ВНИИОЗ, 1983. – 148 с.
9. Рулева О.В., Овечко Н.Н. Способ оценки урожая и продуктивности орошаемых сельскохозяйственных культур в лесозащищенных ландшафтах. Патент на изобретение № 2661829; дата регистрации в Государственном реестре изобретений РФ 19 июля 2018 г. / Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели». – Бюл. №20. – 2018. – 5 с.
10. Ruleva, O.V. Relationship Between Air Temperature and Maize Growth Function / O.V. Ruleva, G.A. Rulev // Series: Advances in Engineering research. Proceeding of IV international Scientific and Practical Conference, Anthropogenic transformation of geospace: nature, economy, society (Франция). – Pp. 253-256 <https://doi.org/10.2991/aer.k.200202.051>.
11. Тютюма, Н.В. Особенности возделывания картофеля в аридных условиях Нижнего Поволжья [Текст] / Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова // Научно-агрономический журнал. – 2012 – №2. – С. 38-42.
12. Федосеева, В.А. Особенности орошения овощных культур в Волгоградской области. Сборник: Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции (Костяковские чтения). – 2007. – С. 379-384.

Дополнительные сведения об авторах:

Ольга Васильевна Рулева, главный научный сотрудник – заведующий лабораторией прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов, rulevao@vfanc.ru

Барвара Александровна Веденева, научный сотрудник лаборатории прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов, vedeneeva-v@vfanc.ru

Bibliographic list

1. Gil, L.S. a Modern industrial production of vegetables and potatoes using drip irrigation systems / L.S. Gil, V.I. Dyachenko, A.I. Paszkowski, L.T. Zh.: «Ruta», 2007. – 390 p.
2. Dergacheva, I.A. Promising direction of potato cultivation in the south of the Russian Federation / I.A. Dergacheva, V.M. Gurenko, V.V. Borodychev [et al.] // Complex land reclamation – a means of increasing the productivity of agricultural lands. M.: All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, 2014. – Pp. 49-54.
3. Dubenok, N.N. Productivity of various potato varieties under drip irrigation in the Lower Volga region / N.N. Dubenok, D. A. Bolotin, A. G. Bolotin // Proceedings of the lower Volga agrodiversity complex: science and higher professional education. – 2017. – No. 2 (46). – Pp. 28-37.
4. Zvolinsky, V.P. Problems of rational nature management of the lower Volga Ecoregion / V.P. Zvolinsky, A.N. Bondarenko // Proceedings of the lower Volga agrodiversity complex: science and higher professional education. – 2015. – No.1 (37). – Pp. 13-18.
5. Kostyakov, A.N. Basics of reclamation / A.N. Kostyakov. – Ed. 6th. – M., Selkhozgiz, 1960. – 621 p.
6. Kruzhilin, I.P. Water conservation in irrigated agriculture / I.P. Kruzhilin, A.A. Novikov, A.G. Bolotin // The role of land reclamation in the implementation of state scientific and technical policy in the interests of agricultural development: proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 50th anniversary of the all-Russian research Institute of irrigated agriculture, Volgograd, 06-09 September 2017, Volgograd: All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, 2017. – Pp. 43-48.
7. Melikhov, V.V. Protective afforestation as the main element of complex land reclamation and a factor of environmental and food security of the Russian Federation / V.V. Melikhov, K.N. Kulik // Irrigated agriculture. – 2020. – No. 1. – Pp. 6-7.
8. Pleshakov, V.N. Method of field experience in irrigation conditions / V.N. Pleshakov // Volgograd, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, 1983. – 148 p.
9. Ruleva O.V., Ovechko N.N. Method for assessing the yield and productivity of irrigated agricultural crops in forest-protected landscapes Patent for invention No. 2661829; date of registration in the state register of inventions of the Russian Federation July 19, 2018 / Official Bulletin «Inventions. Utility model». – Bull. no. 20. – 2018. – 5 p.
10. Ruleva, O.V. Relationship Between Air Temperature and Maize Growth Function / O.V. Ruleva, G.A. Rulev // Series: Advances in Engineering research. Proceeding of IV international Scientific and Practical Conference, Anthropogenic transformation of geospace: nature, economy, society (France). – Pp. 253-256 <https://doi.org/10.2991/aer.k.200202.051>.
11. Tyutyuma, N.V. Features of potato cultivation in arid conditions of the Lower Volga region [Text] / N.V. Tyutyuma, N.A. Scherbakova // Scientific and agronomic journal. – 2012 – No. 2. – Pp. 38-42.
12. Fedoseeva, V. A. Features of vegetable crop irrigation in the Volgograd region. Collection: Problems of sustainable development of land reclamation and environmental management. Materials jubilee international scientific-practical conference (Kostkowska reading). – 2007 – Pp. 379-384.

Additional information about the authors:

Olga Ruleva, chief researcher, head of the laboratory for predicting the bio-productivity of agroforest landscapes, rulevao@vfanc.ru

Varvara Vedeneeva, researcher of the laboratory for predicting the bio-productivity of agroforest landscapes, vedeneeva-v@vfanc.ru