



Научная статья

УДК 635.63+635.044

doi: 10.55186/25876740_2024_67_5_557

ВЛИЯНИЕ ВЕРИКОМПОСТА НА ПЛОЩАДЬ ЛИСТА И УРОЖАЙНОСТЬ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ

Д.И. Степанова¹, М.Ф. Григорьев^{2,3}, А.И. Григорьева⁴, Т.Г. Дмитриева¹¹Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирск, Россия³Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого, Кемерово, Россия⁴Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

Аннотация. Цель исследования изучить влияние вермикомпоста из навоза крупного рогатого скота на фотосинтетический аппарат и урожайность огурца в условиях закрытого грунта Западной Якутии. Методы исследований: опыт был проведен в условиях в теплицах Малькайской агрошколы Нюрбинского района Республики Саха (Якутия) (2020-2021 гг.). Изучен агрохимический состав почвогрунта (ЦИНАО, 1993), биометрические показатели растения (ВАСХНИЛ, 1970), количественные показатели продуктивности (В.Ф. Белик, 1970). В качестве обоснование исследований проанализированы климатические особенности Западной Якутии. Для исследования была выбрана норма внесения вермикомпоста 200 г на растение. Результаты: исследования показали, что использование вермикомпоста из навоза крупного рогатого скота в дозе 200 г/растение способствовало улучшению ряда изучаемых показателей таких как площадь листа, урожай и массы плодов огурца с учетом влияния температуры окружающей среды. В итоге среднее значение по площади листа за период опыта в первом варианте равнялась 28,23 кв. дм., а во втором варианте (с вермикомпостом) 36,35 кв. дм., разница составила 8,12 в пользу варианта с вермиудобрением. Анализ урожайности огурца показал, что в первом варианте (без вермикомпоста) средний сбор плодов за опыт составил 2,30 кг, а во втором варианте данный показатель 4,78 кг (или больше чем в первом варианте на 2,48 кг). Выводы: сопоставленные данные исследования показывают, что растения со второго варианта (с вермикомпостом) более пластичнее реагировали на изменения (перепады суточных) температур в условиях неотапливаемой теплицы. Таким образом, было обосновано практическое использование вермикомпостов при выращивании огурцов в условиях Западной Якутии.

Ключевые слова: вермикомпост, огурцы, урожайность, рост, эффективность

Original article

THE INFLUENCE OF VERICOMPOST ON LEAF AREA AND CUCUMBER YIELD IN WESTERN YAKUTIA

D.I. Stepanova¹, M.F. Grigorev^{2,3}, A.I. Grigoreva⁴, T.G. Dmitrieva¹¹Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia²Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia³Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia⁴Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

Abstract. Purpose of the study: to study the effect of vermicompost from cattle manure on the photosynthetic apparatus and cucumber yield in closed ground conditions in Western Yakutia. Research methods: the experiment was carried out in the greenhouses of the Malykai agricultural school in the Nyurbinsky district of the Republic of Sakha (Yakutia) (2020-2021). The agrochemical composition of the soil has been studied (TsINAО, 1993), biometric indicators of the plant (VASKHNIL, 1970), and quantitative indicators of productivity (Belik V.F., 1970). As a basis for the research, the climatic features of Western Yakutia were analyzed. For the study, the rate of application of vermicompost was 200 g per plant. Results: studies have shown that the use of vermicompost from cattle manure at a dose of 200 g/plant contributed to the improvement of a number of studied indicators such as leaf area, yield and weight of cucumber fruits, taking into account the influence of environmental temperature. As a result, the average value of leaf area during the experimental period in the first variant was 28.23 square meters. dm., and in the second option (with vermicompost) 36.35 sq. m. dm., the difference was 8.12 in favor of the option with vermicompost. An analysis of cucumber yield showed that in the first variant (without vermicompost), the average fruit harvest per experiment was 2.30 kg, and in the second variant this figure was 4.78 kg (or 2.48 kg more than in the first variant). Conclusions: the compared research data show that plants from the second option (with vermicompost) responded more flexibly to changes (differences in daily) temperatures in an unheated greenhouse. Thus, the practical use of vermicomposts when growing cucumbers in Western Yakutia was rationale.

Keywords: vermicompost, cucumbers, productivity, growth, efficiency

Актуальность исследования. При интенсивном использовании почв выращивание овощных культур способствует снижению содержания в них органического вещества, в том числе макро- и микроэлементов. В итоге это отрицательно влияет на качественные и количественные характеристики урожая. Этим обосновано практическое использование органических, органоминеральных и минеральных удобрений в растениеводстве. Оптимизация питания растения за счет внесения различных удобрений и биопрепаратов позволяет улучшить биометрические показатели и повысить урожайность. В данном случае особенно важной задачей является вопрос обеспечения органическим веществом [1, 2, 3].

Имеется сведения об эффективности вермикомпостов которые характеризуются высоким содержанием органоминеральных веществ. В зависимости от исходного материала для вермикомпостирования в полученном вермикомпосте может быть разный состав и содержание органических и минеральных веществ. Известно, что хорошим материалом для производства вермикомпоста является навоз сельскохозяйственных животных и помета птиц. При использовании вермикомпоста увеличиваются влагоудерживающие свойства почвосмесей. Другое преимущество вермикомпостов (вермиудобрений) в сравнении со стандартными компостами — это обеззараживание и дезодорирование субстрата, оптимальное содержание

органических и минеральных веществ, большое содержание нитратного азота и сравнительно меньше аммонийного азота, и др. Отмечаем, что практически для всех вермикомпостов характерно оптимальное содержание в биоусвояемой форме минеральных веществ особенно кальция и фосфора. По эффективности вермикомпостов имеется много сведений, но результативность использования вермикомпостов зависит от многих факторов в том числе от исходника и технологии вермикомпостирования, в том числе отличие в нормах внесения вермиудобрений [4, 5, 6].

Научная новизна. Ранее проведенные опыты в условиях Центральной Якутии показали результативность использования вермикомпостов при выращивании огурцов. В связи с этим был

организован опыт по изучению влияния вермикомпоста из навоза крупного рогатого скота на биометрические показатели и урожайность огурцов в условиях Западной Якутии.

Цель исследований. Цель изучить влияние вермикомпоста на развитие огурца в условиях неотапливаемой теплицы Западной Якутии.

Задачи исследований:

- обоснование использования вермикомпостов в условиях неотапливаемой теплицы Западной Якутии;
- изучить влияние вермикомпоста на фотосинтетический аппарат огурца;
- определить влияние вермикомпоста на показатели развития и урожайности огурца.

Материал и методы исследований. опыты по изучению влияния вермикомпоста на развитие огурца были проведены в условиях теплицы Малыкайской агрошколы Нюрбинского района Республики Саха (Якутия) (2020-2021 гг.). Для опыта выбран сорт огурца «Апрельский». Посев семян — 5 мая; первые всходы через 3 дня — 8-9 мая. Появление первых настоящих листьев — 18-19 мая. Организация посадки на постоянное место в теплице — 5 июня. Растения высажены по 3 шт. на кв.м. Площадь теплицы — 70 м², чистая площадь опытов — по 17,1 м². По условиям опыта было сформировано два варианта, в первом варианте не добавляли биогумус, а во втором варианте использовали вермикомпост (биогумус) нормой 200 г/растение.

В течение вегетации проводились подкормки настоянным на сутки жидким вермикомпостом из расчета вермикомпоста на 10 л воды, нормой по 1 л на растение, через 2-3 недели. Наблюдения проводились на 4-5 растениях. Первые плоды сняли 22 июня. Анализ почвы проведен в Якутской агрохимстанции [7]. Проводился анализ наружной и дневной внутритепличной температуры воздуха. Исследования проведены с учетом методик [8, 9].

Результаты исследований и их обсуждение. Климат Республики Саха (Якутия) является резко-континентальным но фактически не является одинаково однородным. Регион разделяют на центральную, южную, западную, северо-восточную и арктические зоны. При этом считается, что климат в западной и южной частях региона характеризуется сравнительно мягким по сравнению с другими районами республики. Западная Якутия является крупным экономическим кластером, где интенсивно развивается добывающая промышленность. В западной части региона входят такие районы как Верхневилуйский, Вилюйский, Нюрбинский, Сунтарский и Мирнинский районы. Зимний период в Нюрбинском районе, как и в других улусах характеризуются такими особенностями как длинным зимним периодом и соответственно коротким летним. Амплитуда средних значений температур в январе месяце составляет от –36 до –40 °С, а температура в июле месяце варьируется в пределах от

+16 до +33 °С, а разница между ними составляет более 73 градусов. При этом абсолютный минимум в январе месяце составляет –61 °С, а средняя температура в этом месяце составляет –35 °С. Зимний период характеризуется продолжительным периодом и малоснежным. Холодный период начинается с конца октября месяца, среднемесячная температура составляет –7,6 °С, при этом средний максимум и минимум в пределах –3,5 и –12,9 °С соответственно, а выпадение осадков уменьшается до 48,3 мм. Усредненная температура в ноябре месяце составляет –25,3 °С, при этом средние максимальные и минимальные значения колеблется в пределах –21,0 и –30,9 °С соответственно, выпадение осадков доходит до 30,4 мм. Схожая картина по средним температурным значениям в декабре месяце, где средняя месячная температура составляет –33,4 °С, абсолютный минимум –60,8 °С, средние значения максимальной и минимальной приходится в пределах –29,5 и –38,2 °С соответственно, выпадение осадков уменьшается в два раза (до 15,8 мм). Начиная с февраля месяца происходит постепенное потепление, где среднемесячная температура составляет –30,9 °С, при этом максимальное и минимальные значения колеблется в пределах от –25,5 до –37,5 °С, а выпадение осадков доходит до 11,9 мм, что является минимальным в течение года. В марте месяце среднемесячная температура составляет –20,0 °С, а выпадение осадков до 15,8 мм [10].

Таблица 1. Погода в Нюрбинском районе
Table 1. Weather in Nyurbinsky district

Дата	первый год				второй год				
	июнь	июль	август	сентябрь	май	июнь	июль	август	сентябрь
1	-	29/+21	22/+18	16/+10	14/-1	23/+9	25/+15	13/+9	17/+11
2	-	25/+20	25/+15	14/+10	13/+6	17/+9	27/+15	18/+13	9/+4
3	-	22/+17	25/+16	15/+7	11/+6	17/+9	28/+17	22/+9	11/0
4	-	22/+18	19/+13	15/+9	7/0	21/+7	25/+17	16/+14	8/+4
5	-	22/+17	23/+11	12/+7	4/0	27/+11	27/+19	18/+10	11/0
6	-	20/+13	23/+12	10/+9	8/-1	29/+17	26/+20	19/+8	6/+3
7	+7/+2	23/+11	23/+12	10/+7	9/+2	28/+18	27/+18	21/+9	5/+1
8	10/+3	20/+14	26/+15	12/+5	7/+2	27/+18	19/+14	21/+14	4/0
9	18/+6	24/+16	27/+17	14/+4	11/-2	29/+18	20/+13	18/+11	8/-4
10	19/+10	22/+16	22/+20	14/+9	6/+1	27/+17	23/+15	17/+10	8/+1
11	22/+13	20/+15	22/+18	10/+7	2/0	21/+15	22/+16	17/+9	9/-3
12	29/+17	21/+16	23/+18	10/+5	4/-4	23/+12	21/+16	18/+12	10/-1
13	24/+17	18/+16	24/+16	11/+6	5/-5	19/-13	22/+13	21/+13	10/+1
14	20/+12	20/+14	28/+17	12/+2	7/-1	20/+11	23/+13	23/+14	10/0
15	19/+13	22/+14	25/+20	10/+5	8/-2	24/-14	21/+13	23/+15	9/+4
16	25/+11	16/+13	19/+16	7/+4	9/+2	26/+15	19/+14	24/+18	8/+5
17	27/+14	14/+11	18/+13	7/+2	12/0	20/+14	18/+14	20/+17	11/+4
18	23/+17	19/+11	17/+11	7/-1	11/+5	15/+14	18/+11	19/+13	12/+1
19	20/+13	-	18/+11	6/+2	9/+2	22/+14	22/+12	19/+14	10/0
20	25/+15	-	20/+11	5/-1	10/+3	19/+13	21/+13	22/+15	12/0
21	29/+18	-	18/+11	6/-1	12/+2	20/+12	18/+14	23/+14	11/0
22	33/+23	-	17/+11	8/-3	10/+5	23/+12	14/+8	18/+15	10/+2
23	32/+24	-	17/+10	4/+1	18/+5	25/+15	17/+7	17/+14	13/+7
24	22/+20	-	16/+9	4/+2	18/+9	24/+16	17/+9	15/+11	13/+2
25	22/+14	20/+12	15/+8	2/0	18/+7	26/+16	18/+9	16/+8	12/+3
26	24/+17	24/+12	11/+5	2/-3	25/+9	24/+17	20/+9	18/+11	14/+2
27	21/+17	24/+16	8/+5	0/-4	20/+16	19/+15	17/+13	19/+8	13/+4
28	28/+17	18/+12	6/+4	1/1	18/+9	22/+15	14/+12	20/-11	9/-5
29	25/+16	16/+8	11/+3	1/-3	13/+7	23/+15	18/+12	21/+11	9/+1
30	29/+17	18/+7	14/+2	0/-4	15/+5	25/+15	20/+12	21/+14	8/+3
31	-	26/+11	16/+7	-	21/+8	-	19/+12	19/+12	-
min	+2	+7	+2	-4	-5	+7	+7	+8	-4
max	+33	+29	+28	+16	+25	+28	+28	+24	+17



Отмечаем, что апрель является последним месяцем зимы, среднемесячная температура составляет $-6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, а средние значения максимума и минимума приходится $-0,2$ и $-15,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно, количество осадков выпадает до $15,3\text{ мм}$. В конце этого месяца происходит активное снеготаяние, начинается весенний период. Преодоление холодного барьера приходится на май месяц, где средняя температура составляет $+5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом увеличивается выпадение осадков до $53,6\text{ мм}$. Весенний период отчетливый и характеризуется солнечной погодой, интенсивно тает снег, начинается ледоход. В середине мая месяца дневная средняя температура превышает $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальные значения доходят до $10,6$ и минимальные значения до $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, выпадение осадков увеличиваются и доходят до $53,6\text{ мм}$ [10].

Летний период начинается с июня месяца, где среднее месячное значение температуры

составляет $14,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом средний максимум и минимум в пределах $20,2$ и $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно. В этом месяце фиксируется максимальное количество выпадение осадков ($66,6\text{ мм}$). Наиболее жаркий период приходится на июль месяц, где значение среднемесячной температуры составляет $17,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а средние значения максимума и минимума равняется $23,3$ и $9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно. В этом месяце также фиксируется большое количество осадков до $65,5\text{ мм}$. В августе месяце температура начинает постепенно снижаться, и среднемесячные значения составляют $13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом средние максимальное и минимальные значения температур колеблется в пределах от $19,7$ до $6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, также выпадение осадков снижается (до $60,8\text{ мм}$). Следовательно, летний период характеризуется как короткое и жаркое с отличительной сменой суточных температур. Сравнительно большое количество осадков выпадает в июнь и июль месяцах. При этом существует вероятность заморозков [10].

Осенний период отчетливый с характерным изменением температуры окружающей среды. Активное начало осеннего периода начинается с сентября месяца, где среднемесячная температура составляет $5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом средний максимум и минимум в пределах $10,5$ и $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно, а выпадение осадков уменьшается до $50,6\text{ мм}$. В октябре происходит наиболее активный переход к холодному периоду, среднемесячная температура составляет $-7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, а средние максимальные и минимальные значения достигают $-3,5$ и $-12,9$ соответственно. При этом снижается количество осадков [10].

Необходимо отметить, что выпадение осадков в течение года неравномерно и представленные данные являются максимальными значениями. Общее количество осадков выпадает $200-250\text{ мм}$ в год. Переходные периоды как осень и весна отчетливые и короткие.

Наши опыты были организованы с учетом природно-климатических условий. Данные анализ изменения суточной температуры в период опыта представлено в табл. 1.

В первом году переход температуры через барьер в $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ начался в 10 июня и закончился 24 августа. В сентябре фиксировались низкие положительные температуры. Сумма активных дней составило 75 суток. Минимальная и максимальная температура в июне составило $+2$ и $+33\text{ }^{\circ}\text{C}$. В июле месяце эти показатели равнялись значениям $+7$ и $+29\text{ }^{\circ}\text{C}$. В августе эти значения составили $+2$ и $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в сентябре месяце -4 и $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно [11].

Во втором году вегетационный период продолжился с 5 июня по 1 сентября. Сумма активных дней составило 87 дней.

Минимальная и максимальная средние значение температур в мае месяце составили -5 и $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Эти значения в июне и июле месяцах составляли $+7$ и $+29\text{ }^{\circ}\text{C}$. В августе данные значения составляли $+8$ и $+24\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в сентябре месяце -4 и $+17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отмечаем, что отопительный сезон начинается с 1 сентября [11].

Таким образом, анализ данных природно-климатических условий Западной Якутии позволяет обосновывать использование теплиц в овощеводстве. Перепады температур вынуждают использовать теплицы. В данном случае обосновано использование вермиудобрений в составе почвосмесей для оптимизации корневого питания огурца в условиях ограниченного гумуса. С другой стороны, представленные данные температур свидетельствуют об изменении вегетативного периода. Отмечено продление вегетативного периода по температурам на несколько недель в сентябре (до середины сентября), но при этом сохранились все сроки ранних и поздних заморозков. Поэтому это не дает растениям удлинения срока вегетации на открытом грунте, но вполне благоприятно влияет на сроки развития растения в условиях защищенного грунта.

Проведены серии опытов по изучению влияния вермиудобрений на биометрические показатели и урожайность огурца в условиях Нюрбинского района. В табл. 2 представлен анализ почвосмеси на содержания тяжелых металлов.

Результаты анализа показывают, что вермикомпост позволяет снизить концентрацию тяжелых металлов в почвосмеси. Концентрация меди снизилась с $0,45$ до $0,24\text{ мг/кг}$, а цинка с $21,50$ до $11,14\text{ мг/кг}$. Значительное уменьшения зафиксировано по кадмию (с $0,04$ до $0,02\text{ мг/кг}$) и свинцу (с $3,21$ до $0,67\text{ мг/кг}$). С другой стороны, незначительно увеличилась концентрация магния (с $76,2$ до $88,0\text{ мг/кг}$). Следовательно применение вермикомпоста позволяет оптимизировать минеральный состав почвосмеси.

Далее сопоставлены данные по биометрическим показателям (площадь листа), продуктивности (урожайность), температуры окружающей среды (воздуха на улице и внутри теплицы)

Данные свидетельствуют (рис. 1, 2) об взаимосвязи продуктивности, площади листа с температурой окружающей среды. Более детальная информация по продуктивности огурца представлена в табл. 3.

Наступление пика плодоношения приходится на период теплого вегетационного периода (июль — август). В начале вегетации на холодных почвах теплиц растения медленно развивались и плодоношение началось только в конце июня, то есть почти через два месяца после посева.

Таблица 2. Анализ почв защищенного грунта пришкольного участка Малькайской средней школы Нюрбинского района
Table 2. Analysis of soils in protected soil at the school site of the Malykai secondary school in the Nyurba district

Показатель	НП*	Результат испытания, мг/кг	
		без вермикомпоста	с вермикомпостом
Медь	3,0	0,45	0,24
Цинк	23,0	21,50	11,14
Кадмий	0,3	0,04	0,02
Свинец	6,0	3,21	0,67
Марганец	140,0	76,20	88,00

*НП — нормативные показатели по методике испытаний (ЦИНАО, 1993)

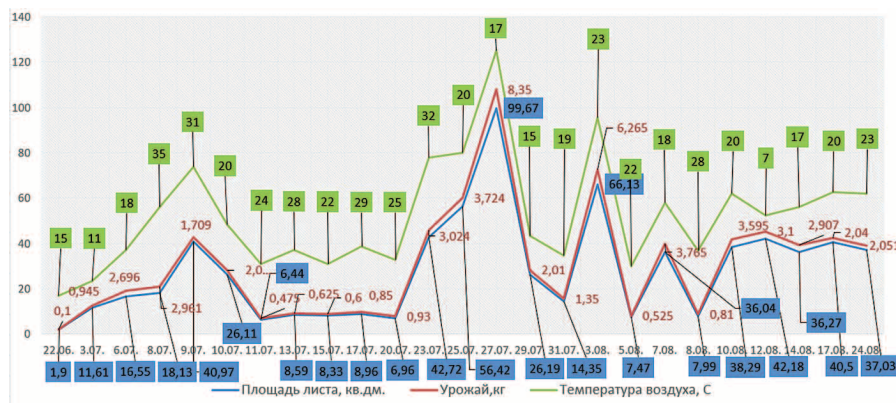


Рисунок 1. Показатели без вермикомпоста
Figure 1. Indicators without vermicompost

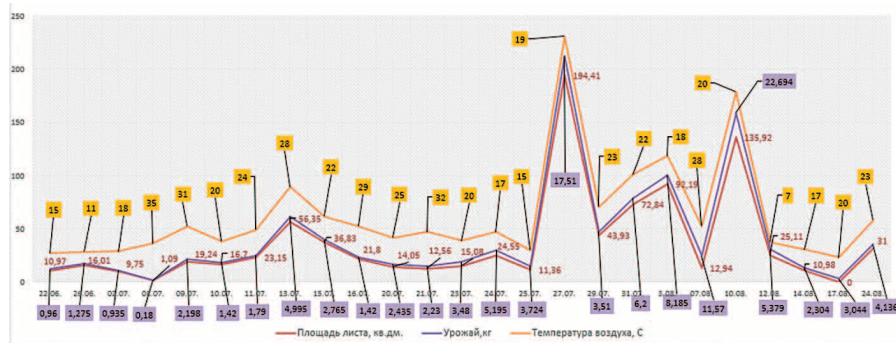


Рисунок 2. Показатели с вермикомпостом
Figure 2. Indicators with vermicompost



Таблица 3. Влияние вермикомпоста на формирования огурца в условиях защищенного грунта Западной Якутии
Table 3. The influence of vermicompost on the formation of cucumber in protected soil conditions in Western Yakutia

Дата	Количество плодов огурца					
	без внесения вермикомпоста		при внесении вермикомпоста		разница	
	шт.	кг	шт.	кг	шт.	кг
22.06	1	0,1	3	0,96	2	0,86
26.06	-	-	5	1,28	-	-
02.07	4	0,95	5	0,94	1	-0,01
08.07	13	3,0	1	0,2	-12	-2,8
09.07	12	1,7	6	2,2	-6	0,5
10.07	8	2,1	5	1,4	-3	-0,7
11.07	2	0,5	7	1,8	5	1,3
13.07	3	0,63	15	5,0	12	4,37
15.07	3	0,6	11	2,8	8	2,2
16.07	3	0,85	8	1,42	5	0,57
20.07	2	0,93	5	2,44	3	1,51
21.07	-	-	4	2,23	-	-
23.07	12	3,02	4	3,48	-8	0,46
24.07	-	-	5	5,2	-	-
25.07	14	3,7	4	3,7	-10	0
27.07	29	8,4	50	17,5	21	9,1
29.07	9	2,01	14	3,5	5	1,49
31.07	6	1,35	23	6,2	17	4,85
03.08	29	6,3	31	8,2	2	1,9
07.08	17	4,2	38	11,6	21	7,4
10.08	16	4,2	46	22,7	30	18,5
12.08	11	3,1	9	5,4	-2	2,3
14.08	9	2,9	3	2,3	-6	-0,6
17.08	10	2,04	4	3,0	-6	0,96
24.08	7	2,05	10	4,1	3	2,05
Всего за сезон	220	54,63	316	118,59	96	63,96
Вес 1 огурца	0,248 кг		0,375 кг		0,127	

Закключение. Спад температуры в августе вызвало замедление роста и отдачи на урожай, особенно низкие ночные температуры. Данные показывают, что в условиях сравнительно теплой Западной Якутии температура в неотапливаемых теплицах зависит от наружной. Ночные низкие температуры служат лимитирующим фактором в получении урожая. В опыте установлено, что использование вермикомпоста ускоряет появление плодов огурца. Сумма активных температур в Западной Якутии не превышает 72-80 суток и интенсивное плодоношение огурца проходит только в этот период. Отмечаем, что максимальный урожай не соответствовал максимальному накоплению листового аппарата. Урожайность при применении вермикомпоста достиг — 13,95 кг/м², а без вермикомпоста составил — 6,4 кг/м², такая же картина наблюдалась по весу одного плода огурца. Таким образом, использование вермикомпоста позволяет улучшить биометрические показатели, урожайность огурца в условиях Западной Якутии.

Информация об авторах:

Степанова Дария Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры энергообеспечения в АПК,

Арктический государственный агротехнологический университет, dariv08@mail.ru

Григорьев Михаил Федосеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант, Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий РАН, ведущий научный сотрудник научно-инновационного управления, доцент высшей аграрной школы, Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецовца, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5910-9268>, grig_mf@mail.ru

Григорьева Александра Ивановна, соискатель, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5968-2400>, shadrina_ai@mail.ru

Дмитриева Тамара Григорьевна, старший преподаватель кафедры информационных и цифровых технологий, Арктический государственный агротехнологический университет, dariv08@mail.ru

Information about the authors:

Daria I. Stepanova, candidate of agricultural sciences, associate professor, Arctic State Agrotechnological University, dariv08@mail.ru

Mikhail F. Grigoriev, candidate of agricultural sciences, associate professor, researcher, Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences; leading researcher of the Scientific and Innovation Department, Kuzbass State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5910-9268>, grig_mf@mail.ru

Aleksandra I. Grigoreva, researcher, Far Eastern State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5968-2400>, shadrina_ai@mail.ru

Tamara G. Dmitrieva, senior lecturer at the Department of information and digital technologies, Arctic State Agrotechnological University, dariv08@mail.ru

Список источников

1. Степанова Д.И., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. Влияние вермикомпоста и подкормки йодом на продуктивность огурца в условиях защищенного грунта арктической зоны Якутии // Вестник аграрной науки. 2019. № 2 (77). С. 47-53.
2. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифорова Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография. Краснодар, 2015. 181 с.
3. Пронько В.В., Пронько Н.А. Экологические аспекты применения удобрений в земледелии степного Поволжья // Проблемы агрохимии и экологии. 2022. № 3-4. С. 3-9.
4. Tomati U., Grappelli A., Galli E.T. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth // Biol. Fertil. Soils. 1988. vol. 5. pp. 288-294.
5. Chew K.W., Chia S.R., Yen H.W., Nomanbhay S., Ho Y.C., Show P.L. Transformation of Biomass Waste into Sustainable Organic Fertilizers // Sustainability. 2019. № 11. p. 2266. <https://doi.org/10.3390/su11082266>
6. Basak B.B., Jat R.S., Gajbhiye N.A., Saha A., Manivel P. Organic nutrient management through manures, microbes and biodynamic preparation improves yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata*), and soil properties // J. Plant Nutr. 2020. vol. 43. pp. 548-562. doi: 10.1080/01904167.2019.1685100
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в кормах и растениях и их подвижных соединений в почвах. М.: ЦИНАО, 1993. 26 с.
8. Белик В.Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве. М., 1970.
9. Коняев Н.Ф. Математический метод определения площади листьев растений. М., доклад ВАСХНИЛ, 1970. № 9. С. 5-6.
10. Архив климатических данных. URL: <http://web.archive.org/web/20160818085741/http://climatebase.ru/station/24639/>
11. Все о погоде в России. URL: <http://pogoda1.ru/nyurba/>

References

1. Stepanova D.I., Grigoriev M.F., Grigoreva A.I. (2019). *Vliyaniye vermikomposta i podkormok yodom na produktivnost' ogurtsa v usloviyakh zashchishchennogo grunta arkticheskoy zony Yakutii* [Effect of vermicompost and iodine supply on the productivity of a cucumber in the conditions of a greenhouses ground of the arctic zone of Yakutia]. *Vestnik agrarnoy nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 2 (77), pp. 47-53.
2. Antonenko D.A., Belyuchenko I.S., Gukalov V.V., Korunchikova V.V., Melnik O.A., Nikiforenko Y.Y., Tkachenko L.N. (2015). *Slozhnyy kompost i yego vliyaniye na svoystva pochvy i produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: monografiya* [Complex compost and its effect on soil properties and crop productivity: monograph], Krasnodar, 181 p.
3. Pronko V.V., Pronko N.A. (2022). *Ekologicheskiye aspekty primeneniya udobreniy v zemledelii stepnogo Povolzh'ya* [Ecological aspects of fertilizers application in agriculture of the steppe Volga region]. *Problemy agrokhimii i ekologii* [Agrochemistry and ecology problems], no. 3-4, pp. 3-9.
4. Tomati U., Grappelli A., Galli E.T. (1988). The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. *Biol. Fertil. Soils*, vol. 5, pp. 288-294.
5. Chew K.W., Chia S.R., Yen H.W., Nomanbhay S., Ho Y.C., Show P.L. (2019). Transformation of Biomass Waste into Sustainable Organic Fertilizers. *Sustainability*, no. 11. p. 2266. <http://doi.org/10.3390/su11082266>
6. Basak B.B., Jat R.S., Gajbhiye N.A., Saha A., Manivel P. (2020). Organic nutrient management through manures, microbes and biodynamic preparation improves yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata*), and soil properties. *J. Plant Nutr.* vol. 43. pp. 548-562. doi: 10.1080/01904167.2019.1685100
7. TSINAO (1993). *Metodicheskiye ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v kormakh i rasteniyakh i ikh podvizhnykh soyedineniy v pochvakh* [Guidelines for the determination of heavy metals in feed and plants and their mobile compounds in soils], 26 p.
8. Belik V.F. (1970). *Metodika fiziologicheskikh issledovaniy v ovoshchevodstve i bakhchevodstve* [Methods of physiological research in vegetable and melon growing].
9. Konyayev N.F. (1970). *Matematicheskiy metod opredeleniya ploshchadi list'yev rasteniy* [Mathematical method for determining plant leaf area]. Moscow, *doklad VASKHNIL* [Reports of VASKHNIL], no. 9, pp. 5-6.
10. *Arkhiv klimaticheskikh dannykh* [Climate data archive]. URL: <http://web.archive.org/web/20160818085741/http://climatebase.ru/station/24639/>
11. *Vse o pogode v Rossii* [All about the weather in Russia]. URL: <http://pogoda1.ru/nyurba/>