

УДК 631.461:631.8:634.452(477.75)
DOI: 10.36305/2712-7788-2021-2-159-17-28

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЮЛЬПАНА (*TULIPA* L.) 'ANNA KRASAVITSA' И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

Ольга Евгеньевна Клименко¹, Людмила Максимовна Александрова¹, Николай Иванович Клименко¹, Нина Николаевна Клименко², Анна Павловна Евтушенко¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», 298648, Россия, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52

E-mail: olga.gnbs@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 295493, Россия, г. Симферополь, ул. Киевская, 150

В статье приведены данные по изучению влияния обработки луковиц тюльпана сорта Анна Krasavitsa микробными препаратами (МП) Аурилл и Комплекс микробных препаратов (КМП) на рост, состояние, способность к вегетативному размножению тюльпана, а также плодородие и биологическую активность ризосферы тюльпана. Исследования проводили в 2017-2019 гг. в условиях полевого мелкоделяночного опыта на коллекционном участке тюльпанов НБС–ННЦ (с. Новый Сад Симферопольского района Республики Крым) на черноземе южном карбонатном. Луковицы тюльпанов обрабатывали рабочими суспензиями МП перед посадкой дозой препарата, равной 2 % массы луковицы; контроль – обработка водопроводной водой. Изучение, сбор и обработку полученных данных о состоянии растений, плодородия и биологической активности почвы осуществляли общепринятыми методами. В результате проведенных исследований установлено, что применение МП способствовало увеличению коэффициента вегетативного размножения луковиц, массы гнезда и луковицы замещения на 6–23 %, при этом выявлено положительное влияние КМП на увеличение массы луковиц больших размеров в пазухах запасующих чешуй. Отмечено позитивное влияние обработки МП луковиц 'Анна Krasavitsa' на морфометрические характеристики растения: увеличение высоты, размера бокала и нижнего листа. Показано положительное влияние МП на плодородие почвы под тюльпанами: КМП способствовал увеличению содержания гумуса в почве на 0,19 %, Аурилл – накоплению нитратного азота и обменного калия в ризосфере тюльпана, увеличению ее биологической активности. Применение МП увеличивало численность бактерий аммонифицирующих и амилалитических эколого-трофических групп в ризосфере тюльпана, в большей мере за счет действия Аурилла; использование КМП повышало число фосфатмобилизующих (на 58 %), а также олиготрофных и целлюлолитических бактерий на 8 и 78 % соответственно. Аурилл подавлял численность микромицетов на 48 % по сравнению с контролем.

Ключевые слова: микробные препараты; тюльпан; сорт Анна Krasavitsa; коэффициент вегетативного размножения; особенности формирования луковиц; почва; плодородие; биологическая активность

Введение

Тюльпаны – растения эфемероиды с весенним периодом вегетации. Органом вегетативного размножения тюльпана является луковица, возможности увеличения вегетативного размножения которой очень ограничены. Это связано с биологическими особенностями развития и формирования луковицы, представляющей укороченный монокарпический побег, состоящий из видоизмененного плоского стебля и 1–5, реже 6 мясистых чешуй – видоизмененных листьев.

Урожай луковиц и его структура зависит от многих факторов, в том числе и от поступления элементов питания. Однако особенности строения корневой системы тюльпанов ограничивают использование площади питания растений. Корни тюльпанов

придаточные, прямые, неразветвленные, не имеют корневых волосков. Поэтому улучшение питания тюльпанов во время вегетации растений очень актуально.

Нередко для улучшения роста, защиты от патогенов и декоративности тюльпанов используют минеральные и органические удобрения, стимуляторы роста, БАВ и др. (Попова, Догадина, 2008; Валетов и др., 2015; Алексахина, Догадина, 2018). Одним из способов улучшения минерального питания луковицы, а также декоративных качеств цветка является использование приемов, влияющих на плодородие почвы и создание полезных микробно-растительных взаимодействий в ризосфере на основе применения микробных препаратов (МП) (Волкогон, 2006; Клименко и др., 2019; Клименко и др., 2020; Пась, 2020), однако реакция растения на действие МП отличается видоспецифичностью.

Цель проводимой работы – изучить влияние МП на морфологические показатели, продуктивность вегетативного размножения тюльпана сорта Anna Krasavitsa, рост и развитие луковиц, а также на элементы плодородия почвы и ее биологическую активность.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в 2017–2019 гг. в условиях мелкоделяночного полевого опыта на коллекционном участке НБС-ННЦ, с. Новый Сад Симферопольского района Республики Крым. В работе использовали сорт тюльпана Anna Krasavitsa, который относится к садовому классу Триумф, средне цветущий. Для посадки отбирали выровненные по размеру луковицы, представленные фракцией II разбора. Почва на участке – чернозем южный карбонатный на красно-бурых глинах.

В исследованиях использовали два МП: Аурилл, созданный на основе штамма *Bacillus subtilis* 01-1 – антагонист фитопатогенных бактерий и микромицетов, и Комплекс микробных препаратов (КМП), состоящий из смеси трех препаратов: Диазофита (*Agrobacterium radiobacter* 204) – азотфиксатор и ростстимулятор, Фосфоэнтерина (*Enterobacter nimipressuralis* 32-3) – фосфатмобилизатор, стимулятор роста и Биополицида (*Paenibacillus polymyxa* П) – биопротектор, диазотроф. Препараты разработаны в отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (Крымская..., <http://skprf.ru/usu/507484/>). Обработку луковиц суспензиями МП и водопроводной водой (контроль) проводили непосредственно перед посадкой путем обрызгивания их из пульверизатора дозой препарата, составляющей 2 % от массы луковицы. Рабочие суспензии МП получали, разбавляя исходные чистой водопроводной водой 1:100. Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов рендомизированное, на каждой учетной деланке высаживали 10 луковиц тюльпана.

Для характеристики вегетативного размножения тюльпанов использовали биологический коэффициент вегетативного размножения (БКВР), который определяли как отношение между общим количеством полученных луковиц, включая счетную и весовую детку, и количеством выкопанных «гнезд», сохранность растений в опыте рассчитывали как отношение числа выкопанных гнезд к числу посаженных луковиц в процентах (Алексеева, 1978; Александрова, 2017).

Изучение влияния МП на рост и развитие луковиц-деток в пазухе запасающих чешуй у тюльпана проводили путем подсчета числа образовавшихся луковиц в каждой из них в конце вегетации. Рассчитывали отношение полученных луковиц в пазухе каждой чешуи к количеству исследуемых растений в процентах. В тексте, независимо от размера, учетные луковицы называются луковицы детки. Определяли массу каждой луковицы. Морфометрические показатели растений тюльпанов учитывали в период

цветения на 30 растениях – измеряли высоту растения, высоту и диаметр бокала, длину и ширину нижнего листа (Лисянский, Ладыгина, 2002).

Почву для анализа отбирали в мае во время выкопки тюльпанов из ризосферы луковиц тюльпана. В почве определяли численность бактерий таких эколого-трофических групп: аммонифицирующих, амилолитических, фосфатмобилизующих, олигонитрофильных, олиготрофных, микромицетов и целлюлолитических (Мейнелл, Мейнелл, 1967; Муромцев и др., 1985; Методы..., 1991; Экспериментальна..., 2010). Величину pH водной суспензии и содержание нитратного азота в почве определяли потенциометрически, органического вещества по ГОСТ 26213-91, подвижных форм фосфора и калия – по Мачигину (Практикум..., 2001).

Изучение, сбор и обработку полученных данных осуществляли согласно общепринятым методикам (Былов, Зайцева, 1990; Болгов и др., 1998). Статистическую обработку результатов проводили по Доспехову (1985), используя пакет программ Statistica 7.

Результаты и обсуждение

Погодные условия 2018 г. для средне-поздно и поздно цветущих сортов тюльпанов характеризовались как экстремальные. Высокие температуры воздуха и почвы в третьей декаде апреля – мае вызвали приостановку роста и развития боковых почек материнских луковиц и более раннее прекращение вегетации 'Anna Krasavitsa' – 23 мая, по средним многолетним данным – 3 июня. Весенний период 2019 г. был очень засушливым, осадков выпало в 2 раза меньше нормы. В марте и апреле температура воздуха 18 раз опускалась ниже нулевой отметки, последний заморозок наблюдался 21 апреля: температура опустилась до $-0,4^{\circ}\text{C}$ в воздухе и до $-2,0^{\circ}\text{C}$ на почве, что могло неблагоприятно отразиться на процессе цветения тюльпана и росте луковиц. В весенний период складывались неблагоприятные условия для прохождения тюльпанами всего цикла вегетации.

Вегетативное размножение тюльпана. Проведенное изучение выявило, что показатель БКВР в контроле колебался в пределах 2,2–3,3 и был более высоким в 2018 г. КМП способствовал повышению его относительно контроля на 6–9 % в зависимости от года, а у растений, обработанных препаратом Аурилл, он был близок к контролю (табл. 1).

Сохранность растений в опыте была максимальной при обработке луковиц Ауриллом и составила 100 %, причем данные по годам были аналогичными. В контроле этот показатель снижался на 13 %, при обработке КМП он был только на 3 % ниже, чем в контроле. Таким образом, обработка Ауриллом увеличивала сохранность луковиц тюльпана 'Anna Krasavitsa'.

Масса гнезда и луковицы замещения в контроле была более высокой в 2019 г. по сравнению с 2018 г., так как коэффициент размножения в этом году был более низким. Обработка луковиц перед посадкой МП способствовала возрастанию этих величин в оба года в большей мере под влиянием КМП на 8–23 % относительно контроля. В среднем за 2 года эти показатели увеличивались на 17–18 %, максимально увеличивалась масса луковицы замещения в 2018 г.

Для подтверждения влияния МП на массу луковиц деток был проведен анализ роста и развития почек по каждой запасующей чешуе. На рисунке 1А представлены данные по количеству луковиц покровной чешуи, сформировавшихся на конец вегетации в материнских растениях.

Таблица 1
Влияние МП на степень размножения и массу полученных луковиц тюльпана 'Anna Krasavitsa', 2018-2019 гг.

Table 1
The effect of MP on the degree of reproduction and weight of the obtained bulbs of the tulip 'Anna Krasavitsa', 2018-2019

Вариант Variant	Сохранность, % Safety, %	БКВР BCVR	% от контроля % of the control	Масса гнезда, г Bulb pith weight, g	% от контроля % of the control	Масса луковицы замещения, г Replacement bulb weight, g	% от контроля % of the control
2018 г.							
Контроль Control	87±8,8	3,3±0,8	–	24,0±4,6	–	18,3±2,4	–
Аурилл Aurill	100±0,0	3,4±0,7	103	26,3±4,9	109	20,6±1,3	113
КМП CMP	97±3,3	3,6±0,5	106	29,5±4,1	123	21,0±1,1	115
2019 г.							
Контроль Control	87±8,8	2,2±0,1	–	31,0±1,4	–	28,0±1,8	–
Аурилл Aurill	100±0,0	2,1±0,1	95	32,5±1,9	105	30,8±1,0	110
КМП CMP	97±3,3	2,4±0,2	109	35,2±2,4	108	33,6±2,1	112
Среднее за 2 года / Average for 2 years							
Контроль Control	87	2,8	–	27,5	–	23,2	–
Аурилл Aurill	100	2,8	100	29,4	107	25,7	111
КМП CMP	97	3,0	10	32,4	117	27,3	118

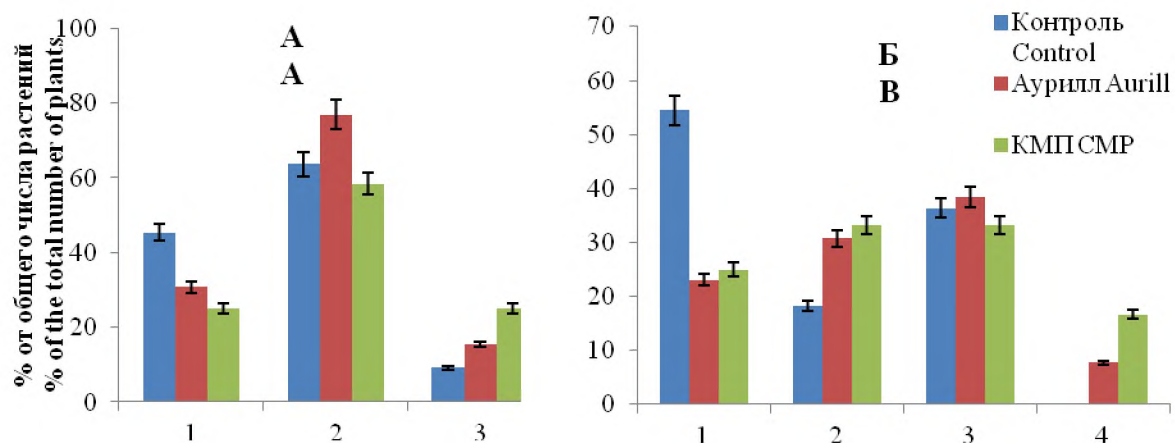


Рис. 1 Формирование луковиц деток в пазухе покровной (А) и первой запасующей (Б) чешуи тюльпана 'Anna Krasavitsa'. Здесь и далее на рисунках: 1 – луковицы не образовались; 2 – весовая детка; 3 – счетная детка; 4 – III разбор

Fig. 1 Formation of baby bulbs in the sinus of the integumentary (A) and first storage (B) scales of the 'Anna Krasavitsa' tulip. Here and below in the figures: 1 – bulbs are not formed; 2 – weight baby; 3 – counting baby; 4 – III parsing bulbs

Результаты, приведенные на диаграмме, показывают, что как у контрольных, так и у обработанных МП растений отмечен большой процент несформировавшихся луковиц деток. Наибольшей эта величина была в контроле, наименьшей – при обработке КМП (различия с контролем значимы, $p \leq 0,05$). В основном луковицы покровной чешуи у всех изученных растений представлены весовой деткой. Наблюдали некоторые различия относительно формирования счетной детки: так, при обработке КМП счетная детка отмечена у каждого четвертого растения, с обработкой препаратом Аурилл – у каждого шестого. В контроле отмечено только 9 % растений, имеющих счетную детку.

Формирование луковиц-деток в пазухе первой запасавшей чешуи, наиболее отдаленной от цветочного побега материнской луковицы, представлено на рис 1Б. У всех исследуемых растений отмечены материнские луковицы, не образовавшие луковицы-детки, но наибольшее их количество было в контроле. Самое высокое число весовой детки было у материнских растений при обработке КМП, самое низкое – в контроле. Нами не выявлено существенных различий с контролем относительно формирования счетной детки у изученных растений. Однако у растений, обработанных МП, установлено образование луковиц III разбора, наибольшее при обработке КМП, тогда как в контроле они не отмечены (рис. 1Б).

Более трети луковиц деток второй запасавшей чешуи (рис. 2А) в контроле имели размеры счетной детки (36 %), при обработке препаратом Аурилл этот показатель увеличился почти вдвое и составил 69 %, отмечено также образование у отдельных растений луковиц III разбора. У растений, обработанных препаратом КМП, 25 % материнских луковиц не образовали луковицы детки, а у 42 % они представлены мелким разбором – весовой деткой, но и в этом варианте, как и при применении Аурилла, отмечено формирование крупных луковиц, достигающих размера луковицы III разбора.

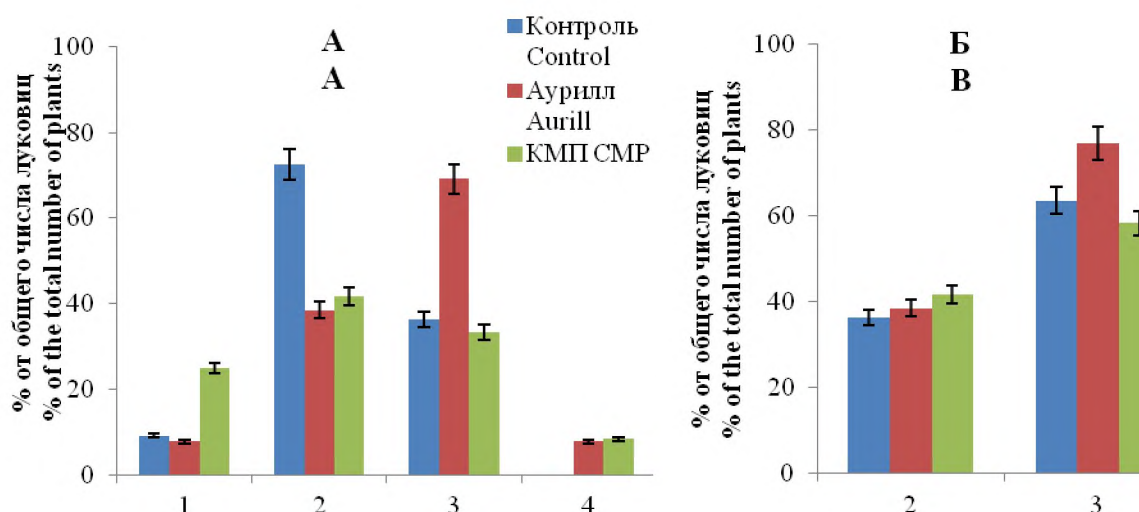


Рис. 2 Формирование луковиц-деток в пазухе второй (А) и третьей (Б) запасавшей чешуи
Fig. 2 Formation of baby-bulbs in the sinus of the second (A) and third (B) storage scale

В пазухе третьей запасавшей чешуи (рис. 2Б), наиболее близкой к центральному цветоносу материнской луковицы, у всех изученных растений луковицы-детки сформировались. Представлены они в основном счетной деткой, наибольший процент которой отмечен у растений, обработанных препаратом Аурилл. У растений, обработанных препаратом КМП, отмечено формирование счетной детки у 58 %

материнских луковиц. Это существенно меньше, чем при обработке луковиц Ауриллом.

На рисунке 3 приведены данные по формированию луковиц деток размером счетная детка и луковица III разбора в пазухах покровной и 1–3 запасующих чешуй изученных растений. Разница между количеством образовавшихся луковиц-деток покровной и первой запасующей чешуи по вариантам опыта была незначительной. Наибольшее и существенное увеличение числа луковиц по сравнению с контролем наблюдалось во второй и третьей запасующих чешуях при обработке препаратом Аурилл на 40,5 и 13,3 % соответственно.

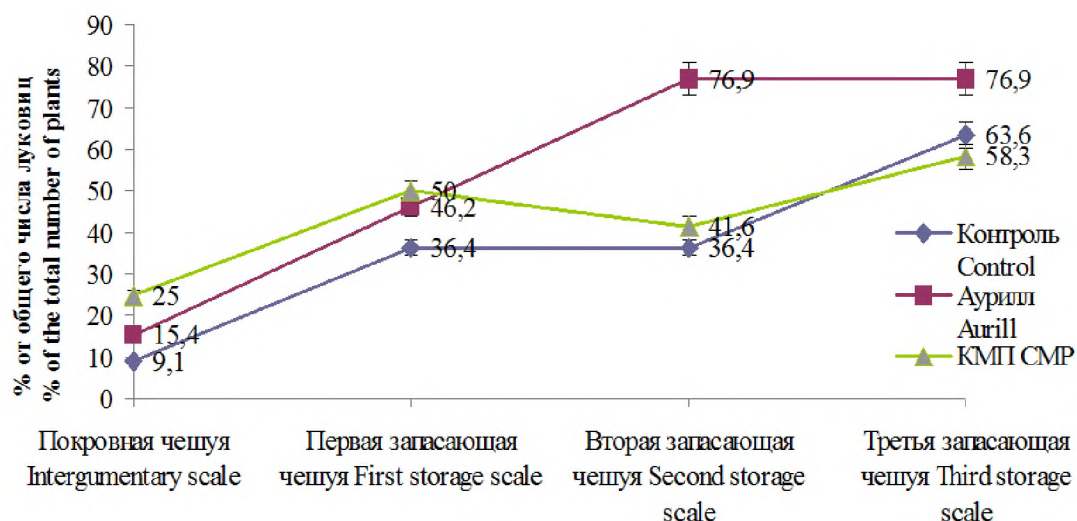


Рис. 3 Формирование луковиц размером счетная детка и III разбор в пазухах запасующих чешуй материнской луковицы

Fig. 3 Formation of bulbs of the size of the counting baby-bulbs and III parsing of bulbs in the sinuses of the storing scales of the mother bulb

Луковица-детка четвертой запасующей чешуи, или луковица замещения, является самой крупной. Среди изученных растений наиболее крупные ее размеры, достигающие луковиц разбора Экстра, отмечены у растений, обработанных КМП (рис. 4), но третья часть материнских луковиц при обработке этим препаратом все-таки имели и луковицы замещения II разбора.

У растений, обработанных препаратом Аурилл, у 61 % материнских луковиц луковица замещения представлена I разбором и 39 % – II разбором. В контроле у 73 % материнских луковиц луковица замещения достигала размера I разбора, у 18 % – II разбора, у 9 % – III разбора.

Морфометрические характеристики растений тюльпана. При выращивании тюльпанов большое значение имеет декоративность цветка, сила его роста, размер бокала и др. Изучение влияния МП на морфометрические признаки растения тюльпана 'Anna Krasavitsa' показало, что препараты мало влияли на высоту растения, увеличивая ее на 0,4-0,7 см (1-2 %) по сравнению с контролем (табл. 2).

Оба препарата положительно влияли на параметры цветка и длину нижнего листа тюльпана. Так, использование МП Аурилл в большей мере способствовало увеличению длины бокала на 5 %, а применение КМП положительно влияло на диаметр цветка – увеличивало его на 0,4 см или 8 % от контроля.

Длина нижнего листа увеличивалась под влиянием КМП на 1,2 см (7 %) от контроля, что способствовало увеличению площади ассимиляционной поверхности. Ширина нижнего листа практически не изменялась под действием МП.

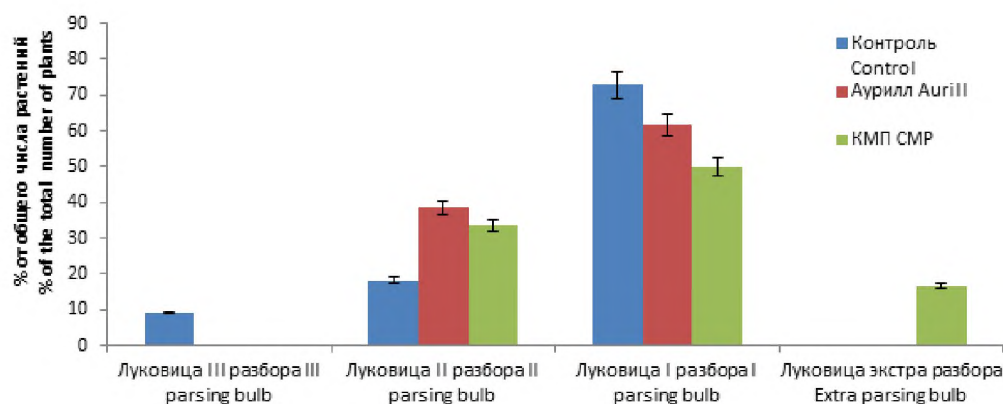


Рис. 4 Формирование луковиц-деток в пазухе четвертой запасающей чешуи
Fig. 4 Formation of baby-bulbs in the sinus of the fourth storage scale

Морфометрические показатели растений тюльпана 'Anna Krasavitsa', апрель, 2018-2019 гг.

Таблица 2

Table 2

Morphometric parameters of tulip plants 'Anna Krasavitsa', April, 2018-2019

Вариант Variant	Высота растения, см Plant height, cm	Бокал Glass		Нижний лист Bottom leaf		Расцвело, % от числа посаженных Bloomed, % of the planted number
		длина, см length, cm	диаметр, см diameter, cm	длина, см length, cm	ширина, см width, cm	
Контроль Control	29,8±1,3	7,7±0,3	4,8±0,2	16,4±0,5	10,8±0,3	81,6±8,8
Аурилл Aurill	30,2±0,7	8,2±0,2	5,0±0,1	17,2±0,4	11,0±0,3	91,8±8,8
КМП CMP	30,5±0,9	8,0±0,3	5,2±0,2	17,6±0,6	10,8±0,5	86,5±5,8

Инокуляция луковиц МП способствовала значительному увеличению числа расцветших растений. Наибольшее влияние на этот показатель оказал Аурилл – увеличение на 12 %. Действие КМП также было положительным, но проявлялось слабее (табл. 2). Это может быть свидетельством того, что препарат Аурилл подавлял развитие патогенных микроорганизмов почвы, которые вызывают гибель и угнетение растений тюльпана.

Таким образом, МП оказывали положительное влияние на морфометрические показатели растения тюльпана 'Anna Krasavitsa': увеличивали параметры цветка и длину нижнего листа, а также количество расцветших растений тюльпана, по комплексу показателей более интенсивно на эти величины воздействовал КМП, Аурилл повышал сохранность и число расцветших растений.

Показатели плодородия почвы. Исследование агрохимических свойств почвы под тюльпанами перед выкопкой в мае показало, что почва как в контроле, так и по вариантам опыта была слабощелочной (рН в пределах 7,8-7,9), содержание

органического вещества было на среднем уровне (табл. 3). Обеспеченность почвы нитратным азотом и подвижным фосфором была низкой, калием – высокой.

Применение МП способствовало незначительному снижению величины pH водн., особенно при применении препарата Аурилл, и было выше оптимального для тюльпана (табл. 2). Содержание органического вещества в почве при использовании МП увеличивалось, в большей мере за счет инокуляции КМП на 8 относительных процентов по сравнению с контролем. Это связано с присутствием в КМП препарата Фосфоэнтерин, штамм-основа которого *Enterobacter nimipressuralis* 32-3 продуцирует вещества полисахаридной природы, богатые углеродом (Чайковская и др., 2018).

Таблица 3

Влияние МП на показатели плодородия чернозема южного (слой 0-20 см) в ризосфере тюльпана 'Anna Krasavitsa', май, среднее за 2018-2019 гг.

Table 3

Influence of MP on the fertility indicators of southern Chernozem (layer 0-20 cm) under the stands of the 'Anna Krasavitsa' tulip, May, average for 2018-2019

Вариант Variant	pH _{H2O} pH _{H2O}	Органическое вещество, % Organic matter, %	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг mg/kg		
Контроль Control	7,91±0,02	2,29±0,22	19,3±5,7	29,5±3,7	353±34
Аурилл Aurill	7,81±0,20	2,35±0,25	33,3±5,4	26,4±5,0	373±23
КМП CMP	7,90±0,01	2,48±0,16	17,3±2,1	28,6±5,5	362±29
Оптimum (Былов, Зайцева, 1990) Optimum (Bylov, Zaytseva, 1990)	6,6–7,5	–	12–20	80–90	120–130

Обработка луковиц препаратом Аурилл приводила к увеличению содержания нитратного азота в слое почвы 0–20 см в 1,7 раза по сравнению с контролем. Содержание обменного калия в почве также возрастало под влиянием этого препарата на 6 %. Концентрация подвижного фосфора (P₂O₅) в ризосфере тюльпана при применении МП снижалась на 2–3 % относительно контроля. Использование КМП незначительно влияло на содержание подвижных форм основных элементов питания в почве. Возможно, это связано с усилением роста и продуктивности луковиц тюльпана при инокуляции КМП, и выносом ими значительного количества элементов питания из почвы.

Биологическая активность ризосферы тюльпана. Микробиологические исследования ризосферы тюльпанов перед выкопкой показали, что она богата микроорганизмами, участвующими в переработке различных форм органического вещества почвы (табл. 4).

В почве преобладали бактерии-аммонификаторы и амиллолитики, разлагающие органические вещества, богатые азотом и продуцирующие аммонийный и нитратный азот почвы. Установлено, что под действием МП отмечено увеличение численности бактерий в ризосфере сорта Anna Krasavitsa: аммонифицирующих и утилизирующих аммонийный азот под действием Аурилла, что свидетельствует о его положительном влиянии на обеспечение почвы минеральными формами азота и значительном увеличении содержания нитратного азота в почве. Действие этого препарата также существенно снижало численность микромицетов в почве на 4,6 млн. КОЕ (48 %). Эта группа микроорганизмов может включать в себя роды бактерий-фитопатогенов,

поэтому снижение их численности под действием Ауриллы способно уменьшить повреждение луковиц грибковыми заболеваниями.

Применение МП способствовало возрастанию численности фосфатмобилизирующих бактерий в ризосфере тюльпана. Использование МП Аурилл и КМП повышали их число в ризосфере тюльпана на 17 и 58 % соответственно. Отмечено повышение численности бактерий олиготрофной экологической ниши под воздействием МП, в большей мере под действием КМП: на 8,3–14,8 % по сравнению с контролем. Это может свидетельствовать об интенсификации общей деструкции органического вещества почвы промежуточной степени разложённости и его подготовке к процессу гумификации, а также активизации в почве несимбиотической азотфиксации, что также способствует усилению питания растений азотом.

Таблица 4

Численность бактерий основных эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере тюльпана 'Anna Krasavitsa', среднее за 2018-2019 гг.

Table 4

The number of bacteria of the main ecological and trophic groups of microorganisms in the rhizosphere of the 'Anna krasavitsa' tulip, average for 2018-2019

Вариант Variant	Аммонификаторы Ammonifying bacteria	Амиллюлитики Amyllolytic bacteria	Фосфатмобилизаторы Phosphate-mobilizing bacteria	Олигонитрофилы Oligonitrophilic bacteria	Олиготрофы Oligotrophic bacteria	Целлюлолитики Cellulolytic bacteria	Микромицеты Micromycetes
	млн. КОЕ/г а.с.п. mln. CFU/g a.d.s.						тыс. КОЕ/г а.с.п. thous. CFU/g a.d.s.
Контроль Control	65,4±2,01	67,0±5,65	45,6±2,30	49,4±1,51	63,7±0,25	8,2±0,85	14,2±3,05
Аурилл Aurill	89,9±2,67*	74,2±1,59*	53,2±0,20	51,5±1,08*	64,2±5,06	11,2±1,04*	9,6±1,60
КМП CMP	73,4±2,67*	63,2±1,07*	72,0±3,46*	56,7±1,07*	69,0±2,08*	14,6±0,78*	13,4±0,55

Применение МП способствовало увеличению численности целлюлозолитических бактерий в ризосфере сорта Anna Krasavitsa (на 36–78 %, максимально под влиянием КМП по сравнению с контролем). Бактерии данной эколого-трофической группы способствуют разложению безазотистого органического вещества почвы из группы полисахаридов и целлюлозы.

Выводы

1. Установлено положительное влияние микробных препаратов на способность к вегетативному размножению средне цветущего сорта Anna Krasavitsa по показателям коэффициента вегетативного размножения, массы луковицы замещения и массы гнезда луковиц, наиболее значительно эти показатели увеличивал Комплекс микробных препаратов (КМП) на 8–12% относительно контроля.

2. Применение микробного препарата Аурилл значительно улучшало структуру полученного урожая, увеличивая выход счетной детки и III разбора из луковиц-деток в пазухах 1–3 запасующих чешуй материнских луковиц на 10–40 %. При обработке

луковиц тюльпанов КМП выявлено увеличение образования крупных луковиц в пазухах первой и третьей запасующих чешуй материнских луковиц.

3. Установлено, что использование МП улучшало плодородие почвы: применение Ауриллы способствовало накоплению нитратного азота и обменного калия, КМП – увеличению содержания органического вещества в почве.

4. Применение МП способствовало росту численности бактерий аммонифицирующих и амилалитических групп в ризосфере тюльпана сорта Анна Красавица, в большей мере под действием Ауриллы, что свидетельствует о его положительном влиянии на обеспечение почвы минеральными формами азота.

5. Инокуляция луковиц КМП способствовала увеличению численности фосфатмобилизующих (на 58 %) и олиготрофных бактерий (8–15 %), что свидетельствует об интенсификации общей деструкции органического вещества почвы промежуточной степени разложенности и усилении процесса гумификации, активизации несимбиотической азотфиксации.

Благодарности / Acknowledgements

Работа выполнена в рамках Государственного бюджетного задания ФГБУН «НБС-НИЦ» № 0829-2019-0031.

Литература / References

Александрова Л.М. Способность к вегетативному размножению сортов тюльпана садового класса Триумф в условиях Степного Крыма // Бюлл. Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Вып. 125. С. 7–10.

[Alexandrova L.M. The vegetative propagation capacity of tulips garden class Triumph under the conditions of the steppe Crimea. *Bull. of the State Nikitsky Botanical Gardens*, 2017. 125: 144–149]

Алексашикина О.В., Догадина М.А. О перспективах использования вермикомпоста в защите декоративных культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 7. С. 55–59.

[Aleksashkina O. V., Dogadina M. A. On the prospects for the use of vermicompost in the protection of ornamental crops. *Bull. of the Kursk State Agricultural Academy*, 2018. 7: 55–59]

Алексеева Н.Н. Репродуктивная способность луковиц тюльпанов // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1978. № 6. С. 47–49.

[Alekseeva N.N. Reproductive ability of tulip bulbs. *Gardening, viticulture and winemaking of Moldova*, 1978. 6: 47–49]

Былов В.Н., Зайцева Е.Н. Выгонка цветочных луковичных растений: (Биологические основы) / Отв. ред. д.б.н. Г.Н. Зайцев. М.: Наука, 1990. 240 с.

[Bylov V.N., Zaitseva E.N. *Forcing flower bulbous plants: (Biological bases)* / Doctor of Biological Sciences G.N. Zaitsev (Responsible Ed.). Moscow: Nauka. 1990. 240 p.]

Болгов В.И., Евсюкова Т.В., Козина В.В., Пустынников В.И. Методика первичного сортоизучения цветочных культур. М.: РАСХН, 1998. 40 с.

[Bolgov V.I., Evsyukova T.V., Kozina V.V., Pustynnikov V.I. *The Methods of initial cultivar investigation of flower crops*. Moscow: RAAS. 1998. 40 p.]

Валетов В.В., Мижуй С.М., Охрименко Ю.И. Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на биометрические показатели тюльпанов сортов Анни Шильдер (Annie Shilder), Инзел (Inzell) и Балерина (Ballerina) // Вестник Мозырского государственного педагогического университета. 2015. № 2. С. 11–19.

[Valetov V.V., Mizhuy S.M., Okhrimenko Yu.I. Influence of growth regulators and mineral fertilizers on the biometric indicators of tulips varieties “Annie Shilder”, “Inzell” and

“Ballerina”. *Bulletin of Mozyr State Pedagogical University named after I. P. Shamyakin*, 2015. 2: 11–19]

Волкогон В.В. Мікробні препарати як фактор підвищення засвоюваності рослинами мінеральних добрив // Сільськогосподарська мікробіологія: науковий збірник. Чернігів: ЦНТЕІ, 2006. Вип. 4. С. 21–30.

[Volkogon V.V. Microbial preparations as a factor in increasing the digestibility of mineral fertilizers by plants. *Agricultural Microbiology: scientific collection*. Chernihiv: CNTEI, 2006. 4: 21–30]

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

[Dospekhov B.A. *Field experiment technique*. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.]

Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / за наук. ред. В.В. Волкогона. – К. : Аграрна наука, 2010. – 464 с.

[Experimental soil microbiology: monograph / V.V. Volkogon (Scientific Ed.). Kiev: Agrarian science. 2010. 464 p.]

Клименко Н.И., Плугатарь Ю.В., Клименко О.Е. Создание полезных растительно-микробных взаимодействий в ризосфере декоративных растений. Симферополь: Ариал, 2019. 108 с.

[Klimenko N.I., Plugatar Yu.V., Klimenko O.E. *Creating beneficial plant-microbial interactions in the rhizosphere of ornamental plants*. Simferopol, 2019. 109 p.]

Клименко Н.Н., Клименко О.Е., Александрова Л.М. Влияние микробных препаратов на состояние растений и микробный ценоз ризосферы Tulipa L. // Рациональное использование природных ресурсов в агроценозах: материалы международной научно-практической конференции, Симферополь, 12–13 октября 2020 г. / науч. ред. В.С. Паштетский. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. С. 24–26. DOI 10.33952/2542-0720-15.05.2020.13

[Klimenko N.N., Klimenko O.E., Aleksandrova L.M. Influence of microbial preparations on the state of plants and microbial cenosis of the rhizosphere of Tulipa L. *Rational use of natural resources in agroecosystems: materials of the international scientific and practical conference, Simferopol, October 12–13, 2020* / V.S. Pashtetsky (Scientific Ed.). Simferopol: IT “ARIAL”. 2020. 24–26. DOI 10.33952/2542-0720-15.05.2020.13]

Крымская коллекция микроорганизмов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ckp-rf.ru/usu/507484/> (дата обращения 30.10.2020).

[Crimean collection of microorganisms. [Electronic resource]. [In Russian]. Available at: <http://ckp-rf.ru/usu/507484/> (accessed 10.30.2020)]

Лисянский Б.Г., Ладыгина Г.Г. Тюльпаны: определитель. М.: АСТ, 2002. 223 с.

[Lisyansky B.G., Ladygina G.G. *Tulips: a determinant*. Moscow: AST, 2002. 223 p.]

Мейнелл Дж. Г., Мейнелл Э. Экспериментальная микробиология: (Теория и практика) / Пер. с англ. Л.Б. Меклера; Под ред. А.С. Кривиского и В.Ю. Урбаха; Предисл. А.С. Кривиского. М.: Мир, 1967. 347 с.

[Meynell G.G., Meynell E. *Theory and practice in experimental bacteriology*. Translation from English. L.B. Mekler; Ed. A.S. Krivisky and V.Yu. Urbakh; Foreword by A.S. Krivisky. Moscow: Mir, 1967. 347 p.]

Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учебное пособие / Под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

[Methods of Soil Microbiology and Biochemistry: Textbook / Ed. D.G. Zvyagintsev. Moscow: MSU Publishing House, 1991. 304 p.]

Муромцев Г.С., Маришнова Г.Н., Павлова В.Ф., Зольникова Н.В. Роль почвенных микроорганизмов в фосфорном питании растений // Успехи микробиологии. 1985. Т. 20. С. 174–198.

[Muromtsev G.S., Marshunova G.N., Pavlova V.F., Zolnikova N.V. The role of soil microorganisms in the phosphorus nutrition of plants. *Advances in Microbiology*. 1985. 20: 174–198]

Пась А.Н. Эффективность микробных препаратов при интродукции *Tulipa* × *Hybrida* Hort в условиях предгорного Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 1(21). С. 56–63. DOI 10.33952/2542-0720-2020-1-21-56-63

[Pas' A.N. Effectiveness of microbial preparations in introduction *Tulipa* × *Hybrida* Hort in the foothill zone of the Crimea. *Tavrichesky Bulletin of Agrarian Science*. 2020. 1 (21): 56–63. DOI 10.33952 / 2542-0720-2020-1-21-56-63]

Попова О.В., Догадина М.А. Влияние биологически активных веществ на устойчивость тюльпанов к болезням // Актуальные направления развития сельскохозяйственной науки: материалы конференции. Орел: Орловский государственный аграрный университет, 2008. С. 124–126.

[Popova O.V., Dogadina M.A. The influence of biologically active substances on the resistance of tulips to diseases. *Actual directions of development of agricultural science: conference proceedings*. Oryol: Oryol State Agrarian University, 2008. 124–126]

Практикум по агрохимии: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

[Workshop on Agrochemistry: Textbook. 2nd ed., revised and enlarged / V.G. Mineev (Ed.). Moscow: MSU Publishing House, 2001. 689 p.]

Чайковская Л.А., Ключенко В.В., Баранская М.И., Овсиенко О.Л. Фосфатмобилизующие бактерии в агроценозах Крыма / Под ред. Л.А. Чайковской. Симферополь: ИТ «Ариал», 2018. 156 с.

[Chaikovskaya L.A., Klyuchenko V.V., Baranskaya M.I., Ovsienko O.L. *Phosphate-mobilizing bacteria in agrocenoses of the Crimea* / L.A. Chaikovskaya (Ed.). Simferopol: IT "Arial", 2018. 156 p.]

Статья поступила в редакцию 02.11.2020 г.

Klimenko O.E., Alexandrova L.M., Klimenko N.I., Klimenko N.N., Yevtushenko A.P. Influence of microbial preparations on biomorphological indicators of tulip (*Tulipa* L.) 'Anna Krasavitsa' and soil fertility under steppe Crimea conditions // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2021. № 2 (159). P. 17-28.

The data on the study of the effect of treatment of tulip bulbs of the Anna Krasavitsa cultivar before planting with microbial preparations (MP) Aurill and the Complex of microbial preparations (CMP) on the growth, state, ability for vegetative propagation of tulips, as well as the fertility and biological activity of the tulip rhizosphere in Crimea have been presented in the article. The studies were carried out in 2017-2019 in a small-plot field experiment on the tulip collection site of the NBG-NSC (v. Novy Sad, Simferopol district of the Republic of the Crimea) on the southern carbonate chernozem. Tulip bulbs were treated with MP working suspensions before planting with a dose of the preparation equal to 2 % of the bulb mass. The control – treatment with tap water. The study, collection and processing of the obtained data on the state of plants, fertility and biological activity of the soil was carried out by generally accepted methods. As a result of the studies was found that MPs increased the coefficient of vegetative propagation of bulbs, the mass of the nest and replacement bulb by 6-23 %, at the same time, a positive effect of CMP on an increase in the mass of large bulbs was revealed in the axils of the storage scales. The features of the influence of the treatment of tulip bulbs 'Anna Krasavitsa' with Aurill and CMP preparations on the morphometric characteristics of the plant have been revealed: the height and size of the flower and the lower leaf were increased. A positive effect of the preparations on soil fertility under tulips was shown: CMP promoted an increase in the organic matter content in the soil by 0.19 %, Aurill – the accumulation of nitrate nitrogen and exchangeable potassium in the rhizosphere of a tulip, and increasing its biological activity. The use of MP increased the number of ammonifying and amylolytic bacterial groups in the rhizosphere of the tulip; to a greater extent, Aurill, CMP increased the number of phosphate-mobilizing (by 58 %), as well as oligotrophic and cellulolytic bacteria by 8 and 78 % respectively. Aurill suppressed the number of micromycetes by 48 %.

Keywords: *microbial preparations; tulip; Anna Krasavitsa cultivar; coefficient of vegetative reproduction; peculiarities of bulb formation; soil; fertility; biological activity*