

# АГРОНОМИЯ

УДК 631.8.635.64.581.132

Л.П. Ионова, Н.Д. Смашевский  
L.P. Ionova, N.D. Smashevskiy

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ВОДНЫЙ ОБМЕН, ФОТОСИНТЕЗ И УРОЖАЙНОСТЬ ТОМАТА В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

### THE EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON WATER EXCHANGE, PHOTOSYNTHESIS AND YIELD OF TOMATO IN THE ARID ZONE OF THE ASTRAKHAN REGION

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, томат, водный обмен, интенсивность транспирации, фотосинтез и урожайность.

В засушливой зоне Астраханской области, отличающейся экстремальными природно-климатическими условиями, недостаточной обеспеченностью почв элементами питания и количеством выпадающих осадков, по средним многолетним данным годовое количество осадков колеблется от 105 до 189 мм на юге и от 240-314 мм на севере, которые не могут обеспечить получение устойчивых урожаев, а минеральное питание и орошение играют важную роль в повышении урожайности томата. Цель исследований – изучить дозы и сочетания минеральных элементов при орошении и влияние на водный обмен растений, фотосинтез и повышение продуктивности томата в засушливой почвенно-климатической зоне данного региона. Исследования, анализ результатов, наблюдения проводили по общепринятой методике полевого опыта в сельскохозяйственной науке РФ. Объект исследования – сорт томата Новичок местной селекции. Схема опыта в 5 вариантах: 1-й – контроль без удобрений; 2-й –  $N_{90}P_{130}$ ; 3-й –  $N_{90}K_{60}$ ; 4-й –  $P_{130}K_{60}$ ; 5-й –  $N_{90}P_{130}K_{60}$ . Исследованиями установлено, что минеральные удобрения при различных дозах и сочетаниях положительно влияли на ростовые процессы томата и поддержание водного обмена. Самое высокое нарастание ассимиляционной поверхности листьев отмечалось при полной дозе минеральных удобрений  $N_{90}P_{130}K_{60}$  – 19,6 тыс. м<sup>2</sup>/га, другие сочетания и дозы:  $N_{90}P_{130}$  – 18,8 тыс. м<sup>2</sup>/га,  $N_{90}K_{60}$  – 17,7 тыс. м<sup>2</sup>/га,  $P_{130}K_{60}$  – 15,2 тыс. м<sup>2</sup>/га, контрольные растения – 14,6 тыс. м<sup>2</sup>/га. Водный обмен и его составные части (интенсивность транспирации, водный дефицит, водоудерживающая способность) также зависели от доз удобрений и их сочетаний. Наиболее эффективная доза удобрений – полная доза  $N_{90}P_{130}K_{60}$  в период плодообразования, интенсивность транспирации – 675 г/м<sup>2</sup>/ч, водный дефицит и

водоудерживающая способность были самыми благоприятным для развития плодов томата – 14,7; 27%, чистая продуктивность фотосинтеза – 2,75 г/м<sup>2</sup>/ч соответственно, урожайность – 125,6 т/га. При других дозах и сочетаниях урожайность составила:  $N_{90}P_{130}$  – 97,3 т/га,  $N_{90}K_{60}$  – 72,1,  $P_{130}K_{60}$  – 83,8 т/га.

**Keywords:** mineral fertilizers, tomato, water exchange, transpiration intensity, photosynthesis and yield.

In the arid zone of the Astrakhan Region characterized by extreme climatic conditions, insufficient soil supply with nutrients and rainfall, according to long-term averages, the annual precipitation varies from 105 to 189 mm in the south and from 240-314 mm in the north which cannot ensure sustainable yields, so mineral nutrition and irrigation play an important role in increasing tomato yields. The research goal was to study the doses and combinations of minerals during irrigation and the effects on plant water exchange, photosynthesis and tomato productivity increase in the arid soil-climatic zone of the Region. The research, result analysis and observations were carried out according to the generally accepted methodology of field experimentation in agricultural science of the Russian Federation. The research target was the tomato variety Novichok of local breeding. The experiment was conducted in the following 5 variants: 1 – the control without fertilizers; 2 –  $N_{90}P_{130}$ ; 3 –  $N_{90}K_{60}$ ; 4 –  $P_{130}K_{60}$ ; 5 –  $N_{90}P_{130}K_{60}$ . It was found that mineral fertilizers in various rates and combinations exerted positive effect on tomato growth processes and the maintenance of water exchange. The highest leaf assimilating area was observed at a full rate of mineral fertilizers  $N_{90}P_{130}K_{60}$  – 19.6 thou. m<sup>2</sup> per ha; the other combinations and rates:  $N_{90}P_{130}$  – 18.8 thou. m<sup>2</sup> ha;  $N_{90}K_{60}$  – 17.7 thou. m<sup>2</sup> ha;  $P_{130}K_{60}$  – 15.2 thou. m<sup>2</sup> ha; the control plants – 14.6 thou. m<sup>2</sup> ha. Water exchange and its components: transpiration intensity, water deficiency and water holding capacity also depended on the fertilizer rates and their combinations; the most effective fertilizer rate was

complete rate of  $N_{90}P_{130}K_{60}$  during fruit formation; the transpiration intensity – 675 g m<sup>2</sup> hour; water deficiency and water holding ability was the most favorable for tomato fruit development – 14.7% and 27%; the net productivity of photosyn-

thesis was 2.75 g m<sup>2</sup> hour; the yield - 125.6 t ha. With other doses and combinations, the yield was as following:  $N_{90}P_{130}$  – 97.3 t ha;  $N_{90}K_{60}$  – 72.1 t ha;  $P_{130}K_{60}$  – 83.8 t ha.

**Ионова Лидия Петровна**, к.с.-х.н., доцент, проф. каф. агротехнологий, инженерии и агробизнеса, Астраханский государственный университет. Тел.: (8512) 34-74-18. E-mail: ion-lida@yandex.ru.

**Ionova Lydiya Petrovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Technologies, Engineering and Agri-Business, Astrakhan State University. Ph.: (8512) 34-74-18. E-mail: ion-lida@yandex.ru.

**Смашевский Николай Дмитриевич**, д.с.-х.н., проф., каф. ботаники, биологии экосистем и земельных ресурсов, Астраханский государственный университет. Тел.: (8512) 34-74-18. E-mail: smashevsky@yandex.ru.

**Smashevskiy Nikolay Dmitriyevich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Botany, Biology of Ecosystems and Land Resources, Astrakhan State University. Ph.: (8512) 34-74-18. E-mail: smashevsky@yandex.ru.

### Введение

В условиях рыночной экономики и импортзамещения перед производителями сельскохозяйственной продукции стоит основная задача – получить не только высокий урожай, но и экологически чистый с высоким качеством. В Астраханской области ведущей овощной сельскохозяйственной культурой являются томаты, которые из всех посевных площадей под овощи в 2017-2018 гг. занимали 6398 и 4663 га, в процентном отношении – 72,9% посевных площадей. В засушливых условиях для улучшения продуктивности растений и получения высокого урожая требуются дополнительные агротехнические мероприятия. Главный резерв повышения урожайности овощных культур – совершенствование технологии выращивания овощей при непосредственном управлении ростом и развитием растений с использованием минеральных удобрений, их дозы и сроков внесения, а также оптимального водного обмена растений в период вегетации, обеспечивающие получение высокого качественного урожая овощей.

**Цель** исследований – изучить оптимальные дозы минеральных удобрений и их сочетания при орошении и влияние на водный обмен растений, фотосинтез и повышение продуктивности томата в засушливой почвенно-климатической зоне Астраханской области.

### Материалы, условия и методы исследования

Объект исследований – сорт томата Новичок, наиболее востребованный для выращивания в производственных условиях, который характеризуется дружным созреванием плодов в конце июля, устойчивый к перезреванию и механическим повреждениям. Вес плода 70-90 г. Плод овальной формы, сливовидный, гладкий, оранжево-красный, универсальный по назначению и имеет высокие вкусовые качества и транспорта-

бельный. Устойчивый к фитофторозу и вирусным заболеваниям. Продолжительность периода вегетации 115-130 дней, раннеспелый, при высадке рассадой плоды созревают через 50-60 дней. Минеральные удобрения, используемые в опыте: аммиачная селитра, суперфосфат и калийная соль, дозы внесения в соответствии схемой опыта. Полевые опыты закладывали в Приволжском районе, на аллювиально-луговых, слоистых среднесуглинистых слабосолончаковатых, супесчаных почвах, мощность гумусового горизонта 30 см, содержание гумуса составляет 1-1,5%, гидролизующий азот в минимальном количестве (30-50 мг/кг), подвижный фосфор – до 12-16 мг/кг, обменный калий – 200-400 мг/кг, грунтовые воды залегают на 1-2,5 м, pH 6,9-7,4. Температура воздуха за вегетационный период средняя многолетняя 22,5<sup>0</sup>C, Сумма температура выше +10<sup>0</sup>C за период вегетации составляет 3360-3356<sup>0</sup>C [1]. Опыты закладывали по общепринятой методике Б.А. Доспехова [2] с изучением фенологических фаз развития от различных сочетаний и доз минеральных удобрений и физиологические наблюдения водного обмена у растений томата: интенсивность транспирации, водный дефицит, вододерживающая способность, интенсивность фотосинтеза и урожайность по методике полевого опыта отечественных ученых: Д.П. Викторова [3], И.И. Гунар [4], Н.Д. Смашевского [5].

В Астраханской области высадка рассады томата в грунт в производственных условиях проводится с первой по вторую декады мая, что зависит от погодных условий, сорта и его срока созревания. Опытное поле для высадки рассады готовили с осени, перед вспашкой провели лущение, удаление растительных остатков предшествующей культуры люцерны, затем глубокую зяблевую вспашку на глубину 28-30 см в агрегате плуг с кольчатыми катками и тяжелыми зубовыми боро-

нами. Весной, перед закладкой опыта, участок выровняли легкими боронами и разбили на деланки согласно схеме опыта. Опыт закладывали в 5 вариантах: 1-й – контроль без удобрений; 2-й –  $N_{90}P_{130}$ ; 3-й –  $N_{90}K_{60}$ ; 4-й –  $P_{130}K_{60}$ ; 5-й –  $N_{90}P_{130}K_{60}$ , общая площадь 300 м<sup>2</sup>, одной деланки – 30 м<sup>2</sup>. После посадки провели послеосадочный полив для полной приживаемости рассады. Подкормки минеральными удобрениями в период вегетации вносили согласно схеме опыта три раза: первую подкормку провели через две недели после посадки рассады в грунт и полного приживания растений в фазу 6-7 листьев, вторую – в фазу начала массового цветения, третью – в период плодообразования. Для эффективного использования минеральных удобрений растениями после подкормок проводили поливы, нормой 400-450 м<sup>3</sup>/га. В опытах наблюдали за ростом и развитием томата.

### Результаты исследований

Повышение урожайности овощных культур в засушливой зоне зависит от двух основных природных факторов – влагообеспеченности и минерального питания растений. Результаты исследований показали, что внесение минеральных удобрений (их дозы и сочетания) положительно влияло на рост, развитие и видимые морфологические изменения: рост стебля в высоту, облиственность, количество листьев их площадь, количество цветочных кистей и плодов (табл. 1).

Из анализа таблицы 1 следует, что внесение минеральных удобрений благоприятно влияло на рост и развитие томата во всех сочетаниях и дозах, по сравнению с контролем. Самое эффективное действие оказало сочетание в дозе  $N_{90}P_{130}K_{60}$ , морфологические изменения (высота стебля, прирост стебля, число листьев, увеличение облиственности и количество цветочных стеблей) в 1,5 раза выше контрольных растений. В то же время внесение  $N_{90}P_{130}$  в 1,2 раза выше контроля,

$N_{90}K_{60}$  без фосфора, по сравнению с  $P_{130}K_{60}$  число листьев и процент облиственности превышают, но число цветочных кистей несколько ниже. Различные сочетания и дозы минеральных удобрений по всем вариантам опыта в разной степени превышали показатели контрольных растений. Недосток азота заметно сказывается на увеличении облиственности и площади листьев, а недостаток фосфора – на закладке цветочных кистей (табл. 2).

Данные таблицы 2 показывают, что наибольшая площадь листьев в вегетационный период сформировалась при внесении тройного сочетания:  $N_{90}P_{130}K_{60}$  – 19,6 тыс. м<sup>2</sup>/га и двойного азотно-фосфорное сочетания  $N_{90}P_{130}$  – 18,5 тыс. м<sup>2</sup>/га. На период максимума нарастание вегетативной массы томата на этих вариантах выше контроля на 25,6 и 18,8% соответственно. Отдельные элементы питания оказывали различное влияние на прирост и общие размеры площади листьев. В условиях орошения для формирования ассимиляционного аппарата томата наиболее эффективным было внесение азотных удобрений при двойном сочетании азота и фосфора и азота и калия. Они увеличивали максимальную площадь листьев в процентном отношении и были выше контроля, а безазотных, несмотря на повышение дозы фосфорных удобрений  $P_{130}K_{60}$ , рост площади листьев сдерживался по сравнению с полным сочетанием  $N_{90}P_{130}K_{60}$  и другими дозами и сочетаниями. Таким образом, подкормка минеральными удобрениями при орошении способствовала увеличению облиственности, площади листьев, нарастанию вегетативной массы и закладки цветочных кистей. Важным фактором поддержания дальнейшего обеспечения физиологических и биохимических процессов в повышении продуктивности растений является водный обмен, который находится в тесной корреляции с другими процессами жизнедеятельности. Водный обмен – поступление и расход воды растением.

Таблица 1

### Влияние минеральных удобрений и их сочетаний на морфологические особенности томата

Варианты опыта	Высота растений, см	Прирост стебля, %	Число листьев, шт.	Увеличение облиственности, %	Количество цветочных кистей, шт.
Контроль	72±3	-	30,0	-	5,0
$N_{90}P_{130}$	75±4	4,1	38,1	27,0	8,4
$N_{90}K_{60}$	80±5	11,1	36,5	21,6	6,7
$P_{130}K_{60}$	90±6	25,0	34,2	14,0	7,3
$N_{90}P_{130}K_{60}$	98±9	36,1	39,8	32,6	10,5

**Влияние минерального питания на нарастание листовой поверхности томата Новичок**

Варианты опыта	Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	Разница, %	
		к контролю	по элементам питания
Контроль	15,6	-	-
N <sub>90</sub> P <sub>130</sub>	18,8	15,6	K – 5,5
N <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	17,7	13,5	P – 9,7
P <sub>130</sub> K <sub>60</sub>	15,2	2,6	N – 22,4
N <sub>90</sub> P <sub>130</sub> K <sub>60</sub>	19,6	25,6	-

В условиях засушливого климата Астраханской области, высоких температур и низкой относительной влажности воздуха в период вегетации растения быстро теряют воду, что приводит к ослаблению физиологических и биологических процессов и ведет к снижению урожайности. Томаты по сравнению с другими овощными культурами отличаются высокой засухоустойчивостью. Но и у них незначительное нарушение водного баланса и недостатка влаги не проходит бесследно, нарушается транспирация – расход воды растением, которая способствует передвижению питательных веществ от корня по растению, а также терморегуляция – поддержание растением оптимальной температуры в период вегетации и удерживание растения от перегрева [3]. На величину транспирационного коэффициента сильно влияет минеральное питание, обеспеченность водой, интенсивность освещения и другие факторы. Поэтому очень важно в период вегетации обеспечить продуктивное водоснабжение и минеральное питание. Данные о ходе транспирации в фазу бутонизации представлены на рисунке 1.

Наблюдения за ходом транспирации проводили в течение дня три раза: в 9:00 ч утра, в полуденное время – 12:00 ч и после – в 15:00 ч. В утреннее время транспирация по всем сочетаниям (NP, NK, PK, NPK) примерно одинаковая, кроме контроля, у которого была несколько ниже, но в полуденное время, когда температура воздуха повышается до 35<sup>0</sup>C, а относительная влажность воздуха снижается до 30%, транспирация повышается по всем вариантам опыта: NP, NK – 440, 435 г/м<sup>2</sup>/ч, PK – 420 г/м<sup>2</sup>/ч, NPK – 450 г/м<sup>2</sup>/ч соответственно, а на контроле ниже – 400 г/м<sup>2</sup>/ч, после 15:00 ч температура воздуха снижается до 30-32<sup>0</sup>C, происходит снижение транспирации по всем вариантам опыта.

В период цветения и плодообразования температура воздуха повышается до 38<sup>0</sup>C, усиливается солнечная радиация, снижается относительная влажность воздуха до 20%, интенсивность

транспирации повышается по всем вариантам опыта, но дневной ее ход имеет ту же тенденцию: меняется в течение дня (рис. 2). В утренние часы она невысокая, в 12:00 ч повышается, к 15:00 ч снижается. По вариантам опыта различие в транспирации в 9:00, 12:00 и 15:00 ч на контрольных растениях самое низкое – от 647 г/м<sup>2</sup>/ч, самое высокое при полной норме N<sub>90</sub>P<sub>130</sub>K<sub>60</sub> – 675 г/м<sup>2</sup>/ч; N<sub>90</sub>P<sub>130</sub> – 658; N<sub>90</sub>K<sub>60</sub> – 655 г/м<sup>2</sup>/ч примерно одинаковое, P<sub>130</sub>K<sub>60</sub> – 560 г/м<sup>2</sup>/ч. Минеральное питание способствовало поддержанию интенсивности транспирации и водного баланса, сдерживая перегрев растений томата в самое жаркое время дня. Из всех сочетаний благоприятная доза минеральных удобрений N<sub>90</sub>P<sub>130</sub>K<sub>60</sub>.

Для поддержания водного обмена необходимо знать водный дефицит растений, который зависит от интенсивности транспирации. В фазу бутонизации транспирация по всем вариантам была невысокая, разница водного дефицита между вариантами колебалась около 1-2%, что объясняется достаточным количеством влаги в почве, небольшой потребностью растений в воде и невысокой температурой воздуха в эту фазу. В фазу цветения после подкормки минеральными удобрениями и полива наблюдались изменения водного дефицита, который менялся в зависимости от условий питания и транспирации. Низкий водный дефицит 11,4%, высокая транспирация наблюдаются при подкормке полной дозой минеральных удобрений N<sub>90</sub>P<sub>130</sub>K<sub>60</sub>, при азотно-калийном питании NK и фосфорно-калийном PK, где транспирация была примерно одинаковой, водный дефицит составил 13-13,5%. В период плодообразования после подкормки и полива через две недели самый высокий дефицит 28% наблюдался на контрольных растениях, самый низкий – на варианте с полной дозой минеральных элементов N<sub>90</sub>P<sub>130</sub>K<sub>60</sub> и высокой транспирацией 670 г/м<sup>2</sup>/ч – 14,7%, другие сочетания и дозы N<sub>90</sub>P<sub>130</sub> – 658 г/м<sup>2</sup>/ч и N<sub>90</sub>K<sub>60</sub> – 655 г/м<sup>2</sup>/ч, где транспирация была примерно оди-



наковой, водный дефицит составил 15,2%, на варианте NP – 15%. Таким образом, при всех сочетаниях и дозах минеральные удобрения улучшали водный баланс и снижали водный дефицит по сравнению с контрольными растениями. В регулировании водного обмена растений значительная роль принадлежит водоудерживающим силам, обусловленным в основном содержанием в клетках осмотических активных веществ и спо-

собностью коллоидов к набуханию [5]. Водоудерживающая способность клеток зависит от условий выращивания растений. Большое значение оказывают условия минерального питания в сочетании с орошением, при оптимальных дозах водоудерживающая способность возрастает [4]. Наши исследования показали, что минеральное питание положительно влияло на водоудерживающую способность растений томата (рис. 3).

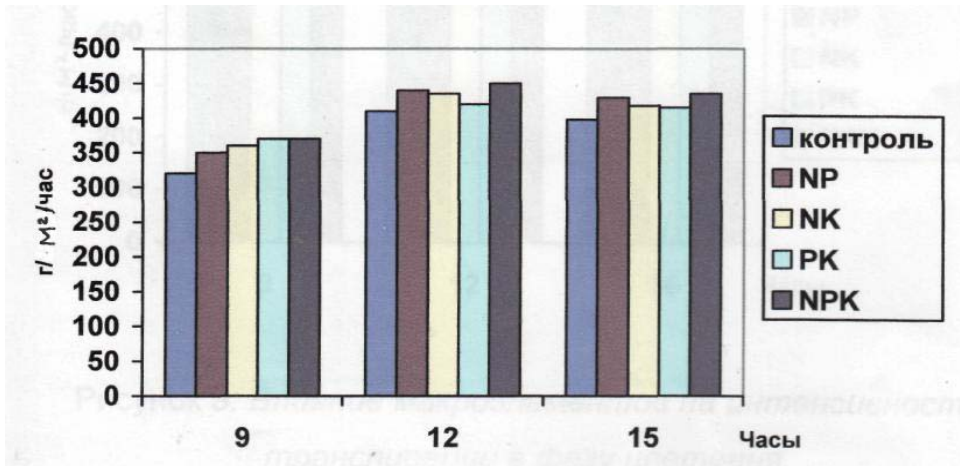


Рис. 1. Влияние минерального питания на интенсивность транспирации в фазу бутонизации

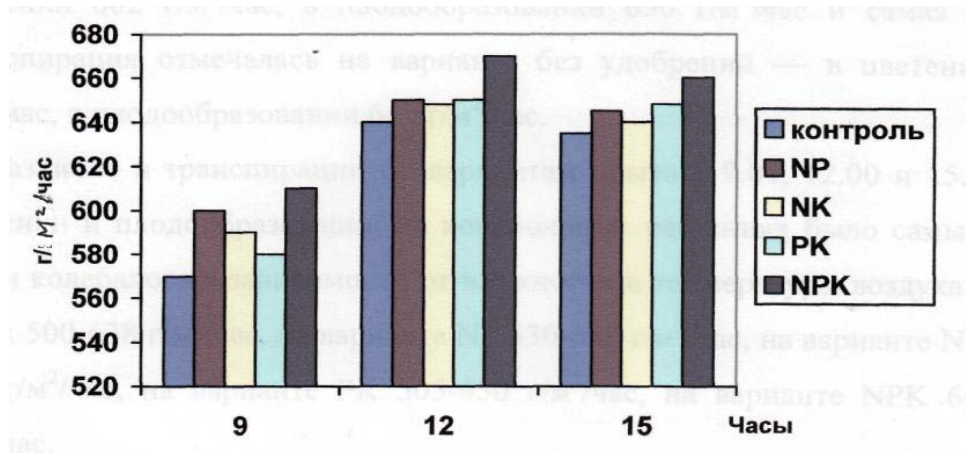


Рис. 2. Влияние минерального питания на интенсивность транспирации в фазу цветения и плодообразования

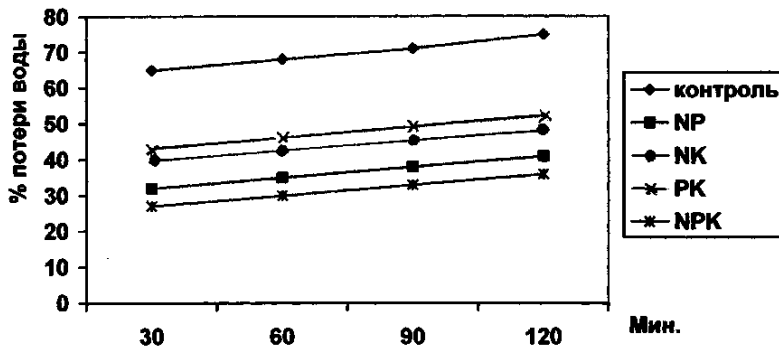


Рис. 3. Влияние макроэлементов на водоудерживающую способность листьев томата

Высокая водоудерживающая способность (27%) отмечена на варианте с полным сочетанием минеральных удобрений  $N_{90}P_{130}K_{60}$ , на других вариантах:  $N_{90}P_{130}$ ;  $N_{90}K_{60}$ ;  $P_{130}K_{60}$  водоудерживающая способность – 32, 40, 43 соответственно, а на контроле, где условия питания были неблагоприятными, – 65%. Подкормка минеральными удобрениями в различных дозах и сочетаниях улучшала физиологическое состояние растений, удерживая процентное содержание воды в листьях, и коррелировалась с ходом транспирации и водным дефицитом.

Таким образом, несмотря на высокую температуру воздуха и низкую относительную влажность в период вегетации, водный обмен и минеральное питание способствовали нарастанию ассимиляционной поверхности и протеканию фотосинтеза. Интенсивность фотосинтеза определяли в фазы бутонизации, цветения и плодообразования (табл. 3).

Наблюдения за чистой продуктивностью фотосинтеза показали, что самая высокая чистая продуктивность фотосинтеза в период цветения по всем трем фазам отмечалась при подкормке полной дозой NPK и NP. Чистая продуктивность фотосинтеза этих вариантов в период цветения составила 0,22 и 0,15 г/м<sup>2</sup>/ч, NK, PK 0,13; 0,12 г/м<sup>2</sup>/ч соответственно. В период плодообразования чистая продуктивность фотосинтеза NPK, NP была

одинаковой – 0,11 и 0,11 г/м<sup>2</sup>/ч, NK – 0,07 и PK – 0,08 г/м<sup>2</sup>/ч. На контрольных растениях чистая продуктивность фотосинтеза значительно ниже – 0,05 г/м<sup>2</sup>/ч. Снижение интенсивности фотосинтеза в варианте NK обусловлено тем, что не хватало фосфорного питания, фосфор необходим для закладки репродуктивных органов, а в сочетании PK отсутствие азота уменьшило нарастание вегетативной массы, в том числе и ассимиляционной поверхности листьев [3]. Получение высокой урожайности сельскохозяйственных культур напрямую зависит от фотосинтетической активности ассимиляционной поверхности листьев, условий питания, водного обмена и фотосинтеза [1, 7]. Как показали наши исследования, наиболее благоприятные условия складывались на варианте с полной дозой минеральных удобрений  $N_{90}P_{130}K_{60}$ , где в период вегетации в самые экстремальные условия в июле высокая температура воздуха и солнечная радиация, низкая относительная влажность воздуха не снизили урожайность этого варианта, а повысили по сравнению с контролем и другими сочетаниями  $N_{90}P_{130}$ ,  $N_{90}K_{60}$ , PK  $P_{130}K_{60}$ , которые имели урожайность выше контроля, но ниже NPK. Минеральное питание и благоприятный водный обмен оказали положительное влияние на структуру урожая и продуктивность томата (табл. 4).

Таблица 3

**Влияние минерального питания на продуктивность фотосинтеза томата**

Варианты опыта	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> /ч		
	бутонизация	цветение	плодообразование
Контроль	2,35±0,08	2,82±0,11	1,35±0,05
$N_{90}P_{130}$	2,77±0,12	3,57±0,15	2,50±0,11
$N_{90}K_{60}$	2,55±0,12	3,32±0,13	1,77±0,07
$P_{130}K_{60}$	2,65±0,11	3,32±0,12	1,85±0,08
$N_{90}P_{130}K_{60}$	2,90±1,4	4,90±0,22	2,75±0,11

Таблица 4

**Влияние минерального питания на структуру урожая и продуктивность томата**

Варианты опыта	Число плодов с одного куста, шт.	Средний вес плода, г	Урожайность с одного куста, кг	Прибавка урожая к контролю, %	Урожайность на т/га при посадке 45 тыс. раст. на 1 га
Контроль	16,8	72	1,210	-	54,4
$N_{90}P_{130}$	20,6	105	2,163	78,7	97,3
$N_{90}K_{60}$	18,2	88	1,602	32,3	72,1
$P_{130}K_{60}$	19,4	96	1,862	53,8	83,8
$N_{90}P_{130}K_{60}$	22,7	213	2,792	130	125,6

Анализ продуктивности томата показывает, что высокая урожайность отмечалась на двух вариантах опыта:  $N_{90}P_{130}K_{60}$  и  $N_{90}P_{130}$  – 125,6 и 97,3 т/га соответственно, тогда как на контроле – 54,4 т/га, в процентном отношении к контролю прибавка урожая с полной дозой NPK составила 130%, а NP без калия – 78,7%, при сочетании NK без фосфора прибавка 32,3%, что показывает важную роль фосфора в формировании генеративных органов. Его недостаток снижает урожайность по сравнению с другими вариантами. При сочетании PK без азота прибавка урожая составила 53,8%, выше NK, но ниже NP, где есть фосфор, следовательно, на почвах в засушливой зоне Астраханской области для получения высокого урожая необходимо обязательное внесение минеральных удобрений в сочетании с полной нормой  $N_{90}P_{130}K_{60}$ .

### Заключение

Таким образом, проведенные исследования по изучению различных доз и сочетаний минеральных удобрений показали, что выращивание томата сорта Новичок на аллювиально-луговых, слоистых среднесуглинистых слабосолончаковых супесчаных почвах в засушливой зоне Астраханской области для получения высокой урожайности возможно при полной дозе сочетания  $N_{90}P_{130}K_{60}$ . Полная доза минеральных удобрений способствовала оптимальному росту и развитию растений, повышая рост стебля с увеличением облиственности и роста площади листьев и закладки цветочных кистей. Благоприятные условия питания обеспечивали водный баланс растений в жаркое время суток, увеличение интенсивности транспирации, снижение водного дефицита, повышение водоудерживающей способности тканей листа, усиление протекания физиологических процессов и повышение чистой продуктивности фотосинтеза. Наиболее эффективная норма внесения минеральных удобрений в повышении урожайности томата отмечена на вариантах при полной дозе минеральных удобрений  $N_{90}P_{130}K_{60}$  – 125,6 и  $N_{90}P_{130}$  – 97,3 т/га.



### Библиографический список

1. Научно обоснованные системы земледелия в Астраханской области. – Волгоград. Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1983. – 240 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздательство, 1985. – 351 с.
3. Викторов Д.П. Практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1983. – 136 с.
4. Гунар И.И. Летние практические занятия по физиологии растений. – М.: Колос, 1972. – 167 с.
5. Смашевский Н.Д. Практикум по физиологии растений: учебное пособие. – Астрахань: Астраханский государственный университет; Изд-кий дом «Астраханский университет», 2011. – 77 с.
6. Васью В.Т. Теоретические основы растениеводства. – СПб.: Профи-Информ, 2004. – 200 с.
7. Тарчевский И.А. Основы фотосинтеза. – М.: Высшая школа, 1977. – 267 с.

### References

1. Nauchno-obosnovannye sistemy zemledeliya v Astrakhanskoy oblasti. – Volgograd: Nizh.-Volzh. kn. izd-vo, 1983. – 240 s.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). – 5-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
3. Viktorov D.P. Praktikum po fiziologii rasteniy. – M.: Vysshaya shkola, 1983. – 136 s.
4. Gunar I.I. Letnie prakticheskie zanyatiya po fiziologii rasteniy. – M.: Kolos, 1972. – 167 s.
5. Smashevskiy N.D. Praktikum po fiziologii rasteniy: uchebnoe posobie. – Astrakhan: Astrakhanskiy gosudarstvennyy universitet. Izdatelskiy dom «Astrakhanskiy universitet», 2011. – 77 s.
6. Vasko V.T. Teoreticheskie osnovy rastenievodstva. – SPb.: Profi-Inform, 2004. – 200 s.
7. Tarchevskiy I.A. Osnovy fotosinteza. – M.: Vysshaya shkola, 1977. – 267 s.