

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ НУТА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РСО-АЛАНИЯ

Тедеева В.В.¹, Абаев А.А.², Тедеева А.А.²

¹ Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия, e-mail: okazarina73@mail.ru;

² Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства, Владикавказ, Россия

В работе дана краткая характеристика природно-климатических условий зоны проведения исследований, описаны агрохимические показатели плодородия почв, на которых проводились опыты. Описана краткая методика проведения опытов. Приведены данные по урожайности различных сортов нута в зависимости от фона удобрения. Изучены особенности формирования площади листьев различных сортов в зависимости от удобрений, а также чистая продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал. Установлено, что любой агротехнический прием, направленный на повышение урожайности, эффективен в том случае, если он: 1) обеспечивает быстрое развитие и достижение больших размеров площади листьев; 2) повышает продуктивность фотосинтеза листьев; 3) сохраняет их в активном состоянии возможно более длительный период времени; 4) способствует наилучшему использованию продуктов фотосинтеза, сначала на усиленный рост питающих и проводящих органов, а затем на рост хозяйственно ценной части урожая. Доказано, что площадь листьев и минеральное питание являются тесно связанными и взаимообусловленными процессами. Если удобрения стимулируют образование фотосинтетического аппарата и интенсификацию его работы, то оптимальная площадь листьев в свою очередь является условием, способствующим эффективному использованию элементов минерального питания. Наиболее высокие показатели площади листовой поверхности отмечались по сорту Приво 1 (22,4–30,7 тыс. м²/га). При внесении минеральных удобрений увеличивались также показатели фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза.

Ключевые слова: нут, минеральные удобрения, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, качество урожая, продуктивность

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF CROPS OF DIFFERENT VARIETIES OF CHICKPEA IN CONDITIONS OF FOREST-STEPPE ZONE OF NORTH OSSETIA-ALANIA

Tedeev V. V.¹, Abaev A. A.², Tedeev A. A.²

¹Gorsky state agrarian University, Vladikavkaz, Russia, e-mail: okazarina73@mail.ru;

²North-Caucasus scientific research Institute of mountain and foothill agriculture, Vladikavkaz, Russia

The authors give a brief description of natural-climatic conditions in the area of research, described agrochemical journal-ski indicators of soil fertility, on which experiments were conducted. Describes a brief methodology for conducting experiments. Data on the yield of different varieties of chickpea, depending on the background of fertilizer. Studied the characteristics of the formation area of the leaves of different varieties depending on easy-rhenium and net photosynthetic productivity and photosynthetic potential. It is established that any agrotechnical process, aimed to increase productivity, effective if it: 1) provides the rapid development and the achievement of the large size of the leaf area; 2) increase increases the productivity of photosynthesis of the leaves; 3) saves them in active status NII possible over a long period of time; 4) promotes the best use of the products of photosynthesis, first on the increased growth of the supply and conductive bodies, and then on the growth of economically valuable part of the crop. It is proved that leaf area and mineral nutrition are closely related and interdependent processes. If fertilizer promotion are the formation of the photosynthetic apparatus, and intensify its work, the optimal leaf area, in turn, is a condition to assist the efficient use of mineral nutrients. The group with the highest leaf area was observed for grade Pref 1 (with 22.4-30.7 thousand m²/ha). When mineral fertilizers increased indicators of photosynthetic capacity and net Pro-productivity of photosynthesis.

Keywords: chickpea, mineral fertilizers, leaf area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity, quality of crop productivity

Экологическое значение нута в современных системах земледелия, особенно альтернативных и экологических, первостепенно. Расширение его посевов будет способствовать меньшему внесению на поля минеральных удобрений. Отсутствие в регионах культуры традиционных вредителей и болезней позволит сократить применение пестицидов. Корневые и пожнивные остатки культуры, относительно богатые азотом, легко и быстро разлагаются в почве, стимулируют биологическую активность почвенной микрофлоры. Включение нута в севообороты позволит полнее использовать преимущества плодосмена, повысить плодородие почвы и общую урожайность последующих культур [1, 5, 6, 7, 8, 9].

Цель исследований – изучить особенности формирования площади листьев различных сортов нута в зависимости от минеральных удобрений, а также чистую продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал, обеспечивающие повышение продуктивности и улучшение качественных показателей получаемой продукции.

Впервые в условиях лесостепной зоны РСО-Алания изучена фотосинтетическая деятельность различных сортов нута; впервые изучены биологические особенности роста и развития культуры; проведено комплексное исследование показателей плодородия почвы и продуктивности под действием изучаемых факторов; определены количество фиксированного азота воздуха и доля участия его в урожае.

Экспериментальные исследования были проведены на опытных полях Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства в 2012–2014 гг. Закладку опытов, фенологические наблюдения, статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методиками. Опыты закладывались в четырехкратной повторности. Размещение делянок – рендомизированное, с общей площадью от 15 до 24 м², учетной – от 9 до 12 м². Объектами исследований были сорта Приво 1, Волгоградский 10, Краснокутский 123 на 4 фонах удобрённости:

- 1) контроль (без удобрений);
- 2) P₄₅K₄₅;
- 3) P₉₀K₄₅;
- 4) P₁₃₅K₄₅.

Основными показателями фотосинтетической деятельности растений, определяющими урожайность, являются величина площади листьев и динамичность ее формирования. Листья – это главнейший аппарат взаимодействия растительного ценоза с внешней средой, при помощи которого происходят улавливание энергии солнечной радиации, усвоение углекислого газа, углеродное питание, а также транспирация.

Недостаточно быстрый рост площади листьев и незначительные ее размеры наиболее часто являются фактором, ограничивающим урожайность растений. Приемы агротехники, приводящие к улучшению развития площади листьев, являются фактором, способствующим получению высоких урожаев.

Наши исследования показали, что применение минеральных удобрений благоприятно сказывалось на процессе формирования листовой поверхности. Так, в среднем за 2012–2014 гг. на контроле (сорт Приво 1) площадь листьев (среднее значение за вегетацию) составила 14,1 тыс. м²/га, а по фонам Р₄₅К₄₅, Р₉₀К₄₅, Р₁₃₅К₄₅ соответственно: 17,1; 19,9 и 23,2 тыс. м²/га (табл. 1). По другим сортам наблюдалась аналогичная закономерность.

Таблица 1

Динамика формирования площади листьев в посевах
различных сортов нута в зависимости от минеральных удобрений
в среднем за 2013–2014 гг. (лесостепная зона РСО-Алания)

Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га					
	фаза бутониз ации	фаза цветени я	фаза образова ния бобов	фаза налива зерна	фаза созреван ия	среднее значение за вегетаци ю
Приво 1						
1. Контроль (без удобрений)	7,1	15,9	22,9	16,5	8,0	14,1
2. Р ₄₅ К ₄₅	10,2	20,6	25,3	18,9	10,4	17,1
3. Р ₉₀ К ₄₅	13,6	24,2	27,9	21,4	12,3	19,9
4. Р ₁₃₅ К ₄₅	16,1	27,4	31,3	25,6	15,7	23,2
Краснокутский 123						
1. Контроль (без удобрений)	6,5	13,8	21,4	15,2	7,1	12,8
2. Р ₄₅ К ₄₅	9,1	18,3	23,1	15,1	6,5	14,4
3. Р ₉₀ К ₄₅	12,1	22,7	25,3	23,4	9,9	18,7
4. Р ₁₃₅ К ₄₅	15,2	25,3	30,6	24,1	13,6	21,8
Волгоградский 10						
1. Контроль (без удобрений)	4,8	11,1	20,6	14,1	6,3	11,4
2. Р ₄₅ К ₄₅	8,3	16,1	20,1	13,2	5,5	12,6
3. Р ₉₀ К ₄₅	10,6	20,0	23,1	20,4	9,3	16,7
4. Р ₁₃₅ К ₄₅	13,5	24,1	28,1	21,2	11,9	19,8

Установлено, что формирование в посевах достаточной по размерам площади листьев, от которой зависит оптическая плотность посева, весьма важно в первую очередь с точки зрения поглощения листьями световой энергии для фотосинтеза. Однако большая площадь листьев не всегда соответствует высокому урожаю, так как при чрезмерном развитии площади листьев в посевах, как отмечалось выше, возрастает взаимное затенение листьев средних и особенно нижних ярусов, вследствие чего ухудшается их освещение, снижаются усвоение углекислоты и чистая продуктивность фотосинтеза, происходит нежелательный усиленный рост вегетативных органов.

Результаты проведенных исследований показали, что в динамике развития площади листа каждого яруса есть различия в зависимости от условий минерального питания. На каждом этапе развития можно выделить ярусы листьев, которым принадлежит доминирующая роль в фотосинтезе целого растения. У всех исследованных сортов нута до 50-дневного возраста основной вклад в фотосинтез обеспечивали листья нижних ярусов.

В дальнейшем в онтогенезе растений формируются активные листья верхних ярусов, характеризующиеся сильным ростом и максимальной поверхностью. Их площадь составляет основную долю общей площади листьев целого растения. Листья этих ярусов, затеняя нижележащие, уменьшают их фотосинтетическую деятельность.

Доказано, что у низкорослых сортов, выращенных на обычном фоне, в фазе цветения более 50 % площади листьев расположено в нижнем слое – 10–20 см. Незначительная часть площади листьев этих растений находится в слое 20–30 см. У высокорослых сортов, отличающихся худшей структурой, основная часть площади листьев расположена в вышележащем (20–40 см от поверхности почвы) слое почвы [2].

Для оценки продуктивности и урожайности посевов необходимо иметь сведения, характеризующие возможную суммарную работу площади листьев растений в течение всего вегетационного периода. Поскольку единицей меры фотосинтетической работы в посевах считается 1 м^2 листьев в сутки, этот показатель выражается в $1 \text{ м}^2 \cdot \text{дней}$ на 1 га и называется фотосинтетическим потенциалом (ФП). ФП представляет собой сумму ежедневных показателей площади листьев на гектар посева и характеризует фотосинтетическую мощность посевов за весь вегетационный период или за отдельный промежуток времени.

При внесении удобрений ФП посевов увеличивался. По неудобренному фону его суммарные значения за вегетационный период составили в среднем за 2 года (Приво 1) 1163,5 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{дней/га}$. Аналогичные показатели при внесении $\text{P}_{45}\text{K}_{45}$, $\text{P}_{90}\text{K}_{45}$, $\text{P}_{135}\text{K}_{45}$ составили соответственно: 1399,9; 1497,3 и 1570,4 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{дней/га}$. Примерно такая же динамика наблюдалась также по другим сортам (табл. 2).

Таблица 2

Формирование фотосинтетического потенциала посевами нута по периодам роста и развития (тыс. м²·дней/га) в зависимости от минеральных удобрений в среднем за 2012–2014 гг. (лесостепная зона РСО-Алания)

Вариант	ФП ₁₋₂	ФП ₂₋₃	ФП ₃₋₄	ФП ₄₋₅	Сумма за вегетацию
Приво 1					
1. Контроль (без удобрений)	204,3	301,8	496,1	161,3	1163,5
2. P ₄₅ K ₄₅	240,2	356,2	599,4	204,1	1399,9
3. P ₉₀ K ₄₅	271,2	396,4	622,4	207,3	1497,3
4. P ₁₃₅ K ₄₅	304,1	342,1	636,4	291,4	1570,4
Краснокутский 123					
1. Контроль (без удобрений)	192,1	293,1	484,2	156,1	1125,5
2. P ₄₅ K ₄₅	226,3	340,3	548,6	193,2	1308,4
3. P ₉₀ K ₄₅	254,1	383,2	601,1	203,2	1441,6
4. P ₁₃₅ K ₄₅	274,8	400,3	622,1	256,2	1553,4
Волгоградский 10					
1. Контроль (без удобрений)	183,6	286,1	474,1	150,9	1094,7
2. P ₄₅ K ₄₅	211,7	322,3	511,1	186,4	1231,5
3. P ₉₀ K ₄₅	241,2	359,8	546,3	194,2	1341,5
4. P ₁₃₅ K ₄₅	259,2	398,3	604,4	242,3	1504,2

Для характеристики продуктивности работы листьев в посевах применяется такой показатель, как чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), которая выражает число граммов сухой биомассы растения, созданных единицей листовой поверхности за единицу времени в течение вегетации [3, 4].

Многочисленными исследованиями было установлено, что урожай в посевах нута зависит от величины листовой поверхности, которая освещается прямыми лучами солнца. В этом случае даже при сравнительно небольшой площади листьев урожайность посевов может быть достаточно высокой.

В наших исследованиях минеральные удобрения способствовали повышению ЧПФ. Среднее значение за вегетацию на контрольном варианте (без удобрений) по сорту Приво 1 составило 3,87 г/м²·сутки, а по удобренным фонам было выше на 20–33,6 % (табл. 3).

Таблица 3

Чистая продуктивность фотосинтеза в посевах нута
по периодам роста и развития (г/м²·сутки) в зависимости от минеральных
удобрений в среднем за 2012–2014 гг. (лесостепная зона РСО-Алания)

Вариант	ЧПФ ₁₋₂	ЧПФ ₂₋₃	ЧПФ ₃₋₄	ЧПФ ₄₋₅	Среднее за вегетацию
Приво 1					
1. Контроль (без удобрений)	3,84	4,80	4,86	1,96	3,87
2. P ₄₅ K ₄₅	4,22	5,96	6,22	2,21	4,66
3. P ₉₀ K ₄₅	4,74	6,13	6,49	2,38	4,94
4. P ₁₃₅ K ₄₅	4,96	6,43	6,72	2,56	5,17
Краснокутский 123					
1. Контроль (без удобрений)	3,76	4,71	4,72	1,86	3,77
2. P ₄₅ K ₄₅	4,18	5,79	6,18	2,18	4,59
3. P ₉₀ K ₄₅	4,59	5,70	6,41	2,04	4,69
4. P ₁₃₅ K ₄₅	4,80	6,22	6,49	2,38	4,98
Волгоградский 10					
1. Контроль (без удобрений)	3,71	4,59	4,63	1,81	3,69
2. P ₄₅ K ₄₅	3,99	5,70	6,01	2,09	4,45
3. P ₉₀ K ₄₅	4,09	5,99	6,39	2,19	4,67
4. P ₁₃₅ K ₄₅	4,51	6,04	6,40	2,19	4,79

Установлено, что наиболее высокие значения ЧПФ наблюдались в начале вегетации, а максимум приходился на конец фазы бутонизации – начало цветения. В конце фазы цветения – начала образования бобов, когда интенсивно формировался ассимиляционный аппарат, значения ЧПФ снижались. К концу периода налив семян – начало созревания фотосинтетическая деятельность резко падала, и, если листовая поверхность была еще

сохранена, этот факт удавалось проследить, но чаще всего листья быстро опадали и фотосинтетическую деятельность не удавалось наблюдать.

При внесении минеральных удобрений продуктивность нута повышалась на 14,9–42,7 %.

Применение минеральных удобрений благоприятно сказывалось на процессе формирования листовой поверхности. Она по удобренным фонам увеличивалась на 3,0–9,1 тыс. м²/га. Площадь листьев и минеральное питание являются тесно связанными и взаимообусловленными процессами. Если удобрения стимулируют образование фотосинтетического аппарата и интенсификацию его работы, то оптимальная площадь листьев в свою очередь является условием, способствующим эффективному использованию элементов минерального питания. При внесении минеральных удобрений фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза увеличивались на 18,4–38,4 %.

Список литературы

1. Балашов В.В. Индустриальная технология возделывания нута / В.В. Балашов. // Сб. науч. тр. Волгоградского СХИ. – Волгоград, 1983. – Т. 82. – С. 86–90.
2. Балашов В.В. Селекция, семеноводство и технология возделывания нута в Нижнем Поволжье: учебное пособие / В.В. Балашов. – Волгоградская ГСХА. – 1995. – 46 с.
3. Доросинский Л.М., Кадыров А.А. Влияние инокуляции на фиксацию азота нутом, на его урожай и содержание белка в нем//Микробиология, М.: Наука, 1975.– Т. 44.–С. 1103–1106.
4. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А Улучшенные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в горной зоне Центрального Кавказа. Владикавказ, 2014. – 47 с.
5. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Шалыгина А.А Эффективность гербицидов и минеральных удобрений на посевах кукурузы в горной зоне РСО-Алания Известия ГГАУ. — Том 50. Ч. 2. — С. 60–63.
6. Оказова З.П. Биопрепараты в современной земледелии. Современные проблемы науки и образования. 2013.
7. Тедеева А.А., Хохоева Н.Т., Абаев А.А. Влияние высева на освещенность, засоренность и полегаемость гороха / Известия ГГАУ-2014. — Т. 51. Ч. 4. С. 38–43.
8. Тедеева В.В., Хохоева Н.Т., Тедеева А.А. Влияние гербицидов на засоренность нута / Известия ГГАУ. — 2014. Т. 51. Ч. 4, С. 34–38.
9. Хохоева Н., Казаченко И. Нормы и эффективность минеральных удобрений в зависимости

от площади питания зернобобовых культур (соя, фасоль, горох) в условиях предгорной зоны Северного Кавказа. Владикавказ. — 2011. — 44 с.

Рецензенты:

Оказова З.П., д.с.-х.н., доцент, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ;

Бекузарова С.А., д.с.-х.н., профессор, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ.