

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ И ДОЗ NPK НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

О.А.Шаповал, Р.М. Алиев-Лещенко, ВНИИА

Представлены результаты полевых испытаний регуляторов роста растений на культуре подсолнечника в условиях Краснодарского края на чернозёме выщелоченном на различных фонах минерального питания. Показано, что при применении препаратов Бигус и Мелафен возрастает фотосинтетическая деятельность растений подсолнечника, особенно на высоком агрофоне.

Ключевые слова: фотосинтез, подсолнечник, регуляторы роста растений.

Фотосинтез – основной процесс в создании урожая растений. Поэтому изучение фотосинтетической деятельности растений в посевах является основой рационального растениеводства [6, 7, 10, 14]. Любой агротехнический приём, направленный на повышение урожайности, эффективен, если он:

обеспечивает быстрое развитие и достижение больших размеров площади листьев;

повышает чистую продуктивность фотосинтеза листьев; сохраняет их в активном состоянии возможно более длительный период времени;

способствует лучшему использованию продуктов фотосинтеза сначала на усиленный рост органов растений (корни, листья, стебли), а затем на рост хозяйственно ценных органов и накопление в них возможно большего количества органических веществ лучшего качества, составляющих урожай растений.

Высокие биологические и хозяйственные урожаи получают при оптимизации факторов, определяющих в первую очередь размер ассимиляционного аппарата и время его активной деятельности.

С одной стороны, на величину листовой поверхности и продолжительность её активной деятельности несомненное влияние оказывают удобрения, особенно азот [13; 15]. С другой стороны, установлено, что некоторые физиологически активные вещества положительно воздействуют на величину и срок функционирования листового аппарата верхней части растений и на передвижение ассимилятов в репродуктивные органы.

Так, применение регуляторов роста гуми и гиббереллина в условиях лесостепи Поволжья способствовало формированию высокопродуктивной популяции озимого ячменя. Увеличилась фотосинтетическая активность: площадь листовой поверхности в фазе колошения до 28,9 %, накопление сухой массы превышало контроль на 11,4-29,4%. Общий фотосинтетический потенциал (ФП) посевов озимого ячменя увеличился на 14,6-35,2%, а наибольший ФП отмечался в варианте с применением гиббереллина на удобренном фоне. Возросла чистая продуктивность фотосинтеза в период трубкования – колошение до 31,73 г/м² в сутки, при контрольном значении 28,61 г/м² в сутки [12].

Соответствующие данные были получены при использовании регулятора роста Флор Гумат на культуре подсолнечника в Адыгейской Республике. Наибольшую максимальную площадь листьев и фотосинтетический потенциал формировали все изучаемые гибриды в среднем за три года при обработке семян и растений этим препаратом [11].

В 2009-2011 гг. в условиях полевого опыта в Краснодарском крае проводили исследования по изучению влияния регуляторов роста (Бигус, Вэрва, Карвитол, Мелафен) на урожайность и качество семян подсолнечника при различной обеспеченности его элементами минерального питания (2 фона: N₃₀P₃₀K₃₀ и N₆₀P₆₀K₆₀).

Периоды вегетации 2009 и 2011 гг. были вполне благоприятными для роста и развития подсолнечника, а 2010 г. – достаточно засушливым и жарким, по сравнению со средними многолетними показателями, что явилось стрессовым фактором для растений подсолнечника.

Опыты проводили на чернозёме выщелоченном слабогумусном сверхмощном легкоглинистом на лессовидных тяжёлых суглинках. Содержание гумуса в пахотном слое 2,81%, с глубиной оно постепенно снижается. Различия в валовых запасах гумуса обусловлены разной степенью гумусированности, гранулометрическим составом, эродированностью. Ёмкость катионного обмена в гумусовом горизонте 44,33 мг-экв/100 г почвы.

Схема опыта: контроль (без обработок); обработка семян перед посевом регулятором роста растений Бигус – (250 мл/т семян, рабочего раствора 10 л/т) + 2-кратная обработка растений: 1-я – в фазе 2–4 листьев, 2-я – через 10–15 дней (250 мл/га, рабочего раствора 300 л/га); обработка семян регулятором роста растений Вэрва (5 мл/т семян, рабочего раствора 10 л/т) + обработка растений в фазе 2–4 листьев (0,5 л/га, рабочего раствора 300 л/га); обработка семян регулятором роста растений Карвитол (25 мл/т семян, рабочего раствора 10 л/т) + обработка растений в начале образования корзинки (200 мл/га, расход рабочего раствора 300 л/га); обработка семян регулятором роста растений Мелафен раствором препарата в концентрации 1·10⁻⁸%, расход рабочего раствора 10 л/т семян.

В таблице 1 представлены данные размеров и динамики развития листовой поверхности в зависимости от режима питания и обработки семян и растений подсолнечника испытываемыми препаратами.

1. Влияние испытываемых препаратов и режима минерального питания на нарастание листовой поверхности, дм² (в среднем за 2009–2011 гг.)

Вариант опыта	Фаза вегетации			
	4–6 листьев	бутионизация	цветение	
Контроль	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,96	20,64	31,43
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,19	21,97	37,41
Вэрва	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,22	21,44	37,43
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,54	23,05	43,79
Бигус	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,77	23,32	41,37
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,91	25,15	48,89
Карвитол	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,19	21,09	35,93
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,40	22,76	40,63
Мелафен	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,70	23,09	40,02
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,86	25,00	47,56
НСР ₀₅ для частных различий		0,58	2,98	9,83

Представленные в таблице 1 данные указывают на то, что обработка семян и растений испытываемыми препаратами, независимо от режима питания, усиливает процесс листообразования. Листовая поверхность растений в опытных вариантах возросла с 3,19 (в фазе 4–6 листьев) до 48,89 дм² (в фазе цветения), в то время как на контроле – с 2,96 до 37,41 дм². Следует отметить, что наибольшая листовая поверхность формировалась в вариантах с применением препаратов Бигус и Мелафен.

Наблюдения за динамикой нарастания площади листьев показали, что размеры листовой поверхности в значительной мере зависят от обеспеченности растений элементами минерального питания. Так, усиление режима минерального питания (внесение N₆₀P₆₀K₆₀, в сравнении с N₃₀P₃₀K₃₀) привело к

увеличению листовой поверхности на 7,8% в фазе 4-6 листьев, в фазе бутонизации на 6,4 и в фазе цветения на 19,0%. Такой ход нарастания площади листьев вполне закономерен, так как наибольших размеров листовая поверхность у подсолнечника достигает к началу цветения.

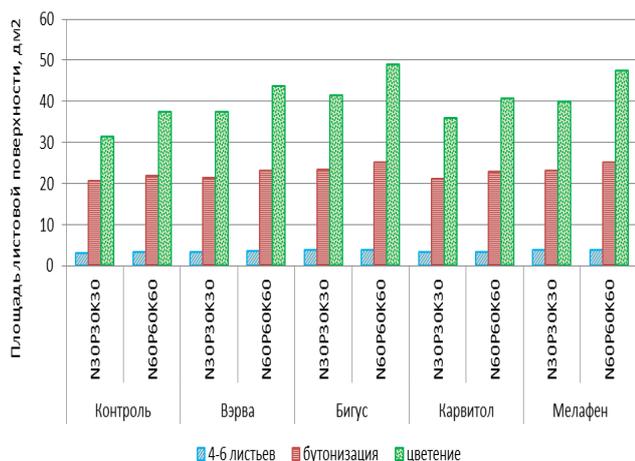


Рис. Влияние испытываемых препаратов и режима минерального питания на нарастание листовой поверхности (в среднем за 2009–2011 гг.)

Наибольший интерес представляют различия в размерах листовой поверхности растений в период, когда фотосинтетическая деятельность листьев проявляется в большей мере. Поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы к этому периоду (бутонизация–цветение) листовая поверхность была максимальной и по физиологическому состоянию более жизнеспособной. Проведённые исследования показали, что обработка семян и растений подсолнечника испытываемыми препаратами на фоне внесения повышенных доз $N_{60}P_{60}K_{60}$ привела к ещё большему нарастанию листовой поверхности (рис.).

Наиболее высокие значения прироста листовой поверхности в варианте с применением Бигуса и Мелафена. Если в фазе бутонизации прирост листовой поверхности в зависимости от усиления режима питания составил 6,4 %, то на этом же фоне от применения испытываемых препаратов – 9,9–14,5%, а в фазе цветения – 19,0 и 8,6–30,7% соответственно.

Для определения способности посевов поглощать солнечную радиацию используют показатель покрытия листьями поверхности почвы – индекс листовой поверхности (ИЛП).

Из представленных в таблице 2 данных видно, что величина ИЛП изменяется в широких пределах в зависимости как от режима минерального питания так и от применения испытываемых на семенах и растениях регуляторов роста.

2. Изменение индекса листовой поверхности в зависимости от применения испытываемых регуляторов роста и доз NPK, м²/м² (в среднем за 2009–2011 гг.)

Вариант опыта		Фазы вегетации		
		4–6 листьев	бутонизация	цветение
Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0,13	0,93	1,41
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,14	0,99	1,68
Вэрва	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0,15	0,96	1,68
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,16	1,04	1,97
Бигус	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0,17	1,05	1,86
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,18	1,13	2,20
Карвитол	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0,14	0,95	1,62
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,15	1,02	1,83
Мелафен	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0,17	1,04	1,80
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,17	1,13	2,14

Причём на обоих фонах минерального питания ИЛП растений опытных вариантов превзошёл таковой контрольных вариантов.

С одной стороны, ИЛП определяет активность поглощения солнечных лучей как основной фактор, от которого зависит величина биологического урожая. С другой стороны, на соз-

дание общего биологического урожая существенное влияние оказывают скорость образования и время активной деятельности общей поверхности листьев в период формирования генеративных органов.

Представленные в таблицах 1 и 2 данные показывают, что наиболее благоприятные условия для динамики нарастания листового аппарата и максимальных показателей ИЛП создавались на обоих фонах минерального питания при посеве семенами, обработанными Бигусом и Мелафеном, и повторной обработки этими же препаратами растений.

Ранее было установлено, что улучшение условий питания приводит к повышению продуктивности растений и, как правило, к увеличению чистой продуктивности фотосинтеза и продуктивности работы листьев [3].

3. Влияние испытываемых препаратов и доз NPK на чистую продуктивность фотосинтеза и продуктивность работы листьев (в среднем за 2009–2011 гг.)

Вариант опыта		Чистая продуктивность фотосинтеза, г/(м²·сут)	Продуктивность работы листьев, г/дм²			
			4–6 листьев–бутонизация	бутонизация–цветение	4–6 листьев	бутонизация
Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$	15,3	5,5	4,03	3,04	3,78
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,4	6,8	5,55	3,27	4,03
Вэрва	$N_{30}P_{30}K_{30}$	17,7	5,6	4,35	3,49	3,71
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,6	6,9	5,54	4,17	4,25
Бигус	$N_{30}P_{30}K_{30}$	18,7	5,7	4,03	3,69	3,82
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,3	7,3	5,23	4,10	4,25
Карвитол	$N_{30}P_{30}K_{30}$	17,7	5,5	4,33	3,50	3,49
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,6	6,9	5,76	4,18	4,44
Мелафен	$N_{30}P_{30}K_{30}$	18,6	5,5	4,03	3,67	3,81
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	21,7	7,5	5,16	3,94	4,30

Представленные в таблице 3 данные хорошо согласуются с вышесказанным.

Фотосинтетическая деятельность растений во многом определяется условиями возделывания, среди которых удобрения и регуляторы роста отводят ведущую роль. Воздействие регуляторами роста на растения, можно управлять не только их ростом и развитием, но и процессами фотосинтеза и распределения ассимилятов [5, 8].

Из данных таблицы 3 видно, что обработка семян и растений испытываемыми препаратами усиливает фотосинтетическую деятельность растений подсолнечника, особенно на высоком агрофоне. В опытных вариантах, в сравнении с контролем, возрастает величина чистой продуктивности фотосинтеза. Некоторое снижение продуктивности работы листьев, независимо от испытываемых препаратов и доз NPK, наблюдается к концу вегетации. Это связано с тем, что активно накапливаемые ассимиляты под действием исследуемых факторов, оставались в листьях собственно для формирования листового аппарата, а после бутонизации они перемещались в репродуктивные органы для их формирования.

В формировании специфической структуры фотосинтетического аппарата участвуют пигменты, поскольку они выполняют роль элементов структуры хлоропластов. Главная предпосылка для фотосинтеза – наличие хлорофилла и каротина, которые являются важнейшими компонентами фотосинтетического аппарата. Основным функциональным пигментом – хлорофилл *a*, который служит непосредственным донором энергии для фотосинтезирующих растений, остальные пигменты передают поглощённую ими энергию этому хлорофиллу *a* [1, 2, 4, 9]. Содержание пигментов в листьях растений существенно изменяется в зависимости от многих факторов – возраста, яруса листа, сорта, условий возделывания, а также применения регуляторов роста.

Данные таблицы 4 показывают, что содержание пигментов в листьях подсолнечника во многом зависит от режима азотного питания и природы испытываемого препарата.

При прочих равных условиях наиболее активно синтез пигментов протекает в вариантах с применением препаратов

Бигус и Мелафен. При этом содержание пигментов возрастает с повышением количества азота, вносимого в почву.

4. Содержание пигментов в листьях подсолнечника в зависимости от испытываемых факторов (в среднем за 2009–2011 гг.)

Вариант опыта		Содержание пигментов в листьях, мг/г сырого вещества					
		1-й отбор		2-й отбор		3-й отбор	
		хлоро-филл a+b	каротин	хлоро-филл a+b	каротин	хлоро-филл a+b	каротин
Кон-троль	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,298	0,658	1,581	0,543	1,390	0,467
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,324	0,689	1,695	0,598	1,452	0,492
Вэрва	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,306	0,665	1,702	0,549	1,416	0,484
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,384	0,718	1,802	0,601	1,508	0,516
Бигус	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,612	0,699	2,008	0,571	1,896	0,508
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,640	0,728	2,029	0,630	1,909	0,540
Кар-витол	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,456	0,679	1,756	0,564	1,510	0,504
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,502	0,722	1,828	0,609	1,584	0,541
Ме-лафен	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,688	0,750	2,049	0,580	1,892	0,518
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,749	0,766	2,099	0,636	1,912	0,579

Следует отметить, что содержание пигментов в листьях существенно меняется не только от испытываемых факторов, но и от возраста растений. Синтез пигментов несколько ослабляется в более поздние фазы вегетации растений, в более зрелых листьях.

Таким образом, фотосинтетическая деятельность растений подсолнечника возрастает с применением в технологии его возделывания испытываемых регуляторов роста, особенно Бигуса и Мелафена, на высоком агрофоне.

Литература

1. Андрианова Ю.А. Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. – М.: Наука, 2000. – 137 с.

2. Благоевская М.З. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1984. – 66 с.
 3. Вильямс В.Р. Эпюды о гумусе: собр. соч. – М., 1948. – Т. 1. – С. 238–253.
 4. Добрынина В.И. Биологическая химия. – М.: Медицина, 1976. – 504 с.
 5. Ковалев В. М., Бойченко Л. И., Кучевасов В. П. Влияние брассинолида на фотосинтетическую активность и продуктивность ячменя и картофеля. // Регуляторы роста и развития растений. – М., 1993. – Ч. 2. – 175 с.
 6. Минеев В.Г. Агрехимия. – М.: Изд-во МГУ, 2004.
 7. Муромцев Г.С., Пеньков Л.А. Гиббереллины // Аграрная наука. – 1993. – №3. – С. 21–24.
 8. Ничипоренко В.П. Физические и химические методы стимуляции прорастания семян сахарной свёклы // Промышленное производство: опыт, проблемы и тенденции развития. – Сер. 2. – 1992. – №1. – С. 16–23.
 9. Кефели В.И. и др. Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений // Итоги науки и техники. – М.: ВНИИТЭН сер. Физиология растений, 1990. – 192 с.
 10. Ракитин Ю.В. Биологические активные вещества как средства управления жизненными процессами растений // Научные основы защиты урожая. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 7–42.
 11. Шаова Ж.А. Мамсиров Н.И. Агротехника гибридов подсолнечника с применением препарата Флор Гумат // Земледелие. – № 7. – 2011. – С. 15-16.
 12. Шуреков Ю.В. Урожайность и качество зерна озимого ячменя в зависимости от обработки семян регуляторами роста и минерального питания в условиях лесостепи Поволжья// Автореф. канд. дис. – Уфа, 2009. – 23 с.
 13. Ellen J., Spiertz J.H.J. The influence of nitrogen and Benlate on leaf-area duration, grain growth and pattern of N,P., and K-uptake of winter wheat (*Triticum aestivum*)/Acker und Pflanzenbau, 1975.
 14. Hoffman G.M. Chemicals to regulate plant growth – Chemtech, 1972. – P. 28.
 15. Stoy V. Assimilatbildung und – verteilung als Komponenten der Ertragsbildung beim Getreide. – Angew. Bot., 1973. – P. 17–26.

EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS AND NPK RATES ON THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SUNFLOWER PLANTS

O.A. Shapoval, R.M. Aliev-Leshchenko
Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry,
Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

The effect of plant growth regulators on sunflower plants grown on fertilized and unfertilized leached chernozem in the Krasnodar region has been studied. The photosynthetic activity of sunflower plants has increased, when the preparations Bigus and Melaphen have been applied, especially on the fertilized leached chernozem.

Keywords: photosynthesis, sunflower, plant growth regulators.