

Влияние расчётных норм удобрений и глубины основной обработки почвы при различных схемах посадки на фотосинтетическую деятельность картофеля в условиях орошения

И.В. Сатункин, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур. В мировом производстве продукции растениеводства он занимает одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей и кукурузой. Клубни картофеля содержат около 25% сухих веществ, в том числе 14–22% крахмала, 1,4–3,0% белков, около 1% клетчатки, 0,2–0,3% жира и 0,8–1,0% зольных веществ [1].

Картофель выращивают на всех континентах, в большинстве стран мира. Общая площадь его в мировом земледелии достигает 18 млн га, а валовой сбор – более 300 млн т.

В России наиболее значительные площади посадок картофеля приходятся на нечернозёмную зону – 1,4 млн га при общей площади посадок 3,3 млн га. Много картофеля выращивают в Центрально-Чернозёмной зоне, Поволжье, Сибири, на Урале и Дальнем Востоке. Средняя урожайность картофеля в мире составляет около 16 т/га [1].

Картофель – многолетнее травянистое клубненное растение. В культуре его возделывают как однолетнее, потому что весь его жизненный цикл, начиная с прорастания клубня и кончая образованием и формированием зрелых клубней, проходит в течение одного вегетационного периода.

Естественное плодородие большинства типов почв южных орошаемых регионов не позволяет реализовать генетический потенциал продуктивности картофеля и в качестве дополнительных источников питательных веществ, необходимых растениям для формирования высоких стабильных урожаев, используются органические и минеральные удобрения [2].

Урожай создаётся в процессе фотосинтеза, когда в зелёных растениях образуется органическое вещество из диоксида углерода, воды и минеральных веществ. Энергия солнечного луча переходит в энергию растительной биомассы. Эффективность этого процесса и в конечном счёте урожай зависят от функционирования посева как фотосинтезирующей системы.

При рассмотрении посева как фотосинтезирующей системы урожай сухой биомассы, создаваемый за вегетационный период, или его прирост за определённый период зависит от величины средней площади листьев, продолжительности периода и чистой продуктивности фотосинтеза за этот период [1].

Основную часть ассимиляционной поверхности составляют листья, именно в них осуществляется фотосинтез.

Площадь листьев различных сельскохозяйственных растений может сильно варьировать в течение вегетации в зависимости от условий водоснабжения, питания, агротехнических приёмов.

В засушливых условиях густоту растений, а следовательно, и площадь листьев намеренно снижают, так как при большой площади листьев усиливается транспирация, растения сильнее страдают от недостатка влаги, урожайность уменьшается. Слишком большое разрастание площади листьев при достаточном водоснабжении также приводит к нежелательным результатам. Биомасса в этом случае растёт довольно высокими темпами за счёт вегетативных органов, однако условия формирования плодов и семян ухудшаются. К подобным результатам может привести и чрезмерное загущение растений [1].

Цель исследования – выявить оптимальную по показателям фотосинтетической деятельности схему посадки картофеля для различных уровней питания при уменьшенной, рекомендуемой и увеличенной глубине отвальной вспашки чернозёма южного на орошении.

Материал и методы исследования. Для выполнения поставленной цели в период с 2008 по 2016 г. проведено полевое многофакторное исследование и осуществлено обоснование элементов европейской технологии (Гримме) возделывания картофеля при различных расчётных нормах удобрения (варианты – без удобрений; 80 т/га – фон; $N_{72}P_{50}K_{45}$; $N_{72}P_{50}K_{45}$ + фон; $N_{144}P_{100}K_{90}$; $N_{144}P_{100}K_{90}$ + фон; $N_{216}P_{150}K_{135}$; $N_{216}P_{150}K_{135}$ + фон), глубине основной обработки почвы (17–20; 22–25; 27–30 см) и схеме посадки / густоте стояния растений (0,75 × 0,20/66,7; 0,75 × 0,25/53,2; 0,75 × 0,30 м × м/44,4 тыс. раст. на 1 га) при режиме орошения 70–75% НВ.

Опыты проводили в условиях орошаемого севооборота, расположенного на территории Черновской оросительной системы. Полив осуществляли дождевальными машинами «Фрегат-Н». Почвы опытного участка представлены чернозёмом южным тяжелосуглинистым [2, 3].

Результаты исследования. Картофель справедливо считают светолюбивым растением. Даже при небольшом уменьшении освещения у него отмечается пожелтение ботвы, вытягивание стеблей, ослабление или полное отсутствие цветения и снижение урожая клубней. Излишне загущенные или изреженные посадки не могут обеспечить получение высоких урожаев картофеля.

Максимальная площадь листьев в засушливых условиях достигает всего 5–10 тыс. м²/га, а при

избыточном увлажнении и азотном питании она может превышать 70 тыс. м²/га. Считается, что при индексе листовой поверхности 4–5 посев как оптическая фотосинтезирующая система работает в оптимальном режиме, поглощая наибольшее количество ФАР. При меньшей площади листьев часть ФАР листья не улавливают. Если площадь листьев больше 50 тыс. м²/га, то верхние листья затеняют нижние. Более того, верхние листья кормят нижние, что не выгодно для формирования плодов, семян, клубней и т.д. [1].

В нашем исследовании влияние внесения расчётных норм удобрений при различных глубинах основной обработки чернозёма южного и схемах посадки на площадь листьев и продолжительность периода их активной деятельности значительно различалось (табл.).

Так, при принятой глубине основной обработки чернозёма южного (22–25 см) и схеме посадки картофеля (0,75×0,25 м×м) внесение 80 т на 1 га полуперепревшего навоза привело к увеличению площади листьев по сравнению с контролем (без удобрений) на 1,6 тыс. м²/га. При внесении расчётной нормы удобрений N₇₂P₅₀K₄₅ показатель «максимальная площадь листьев» увеличился по сравнению с неудобренным вариантом на 4,3 тыс. м²/га. Внесение этой же нормы минеральных удобрений на фоне 80 т на 1 га полуперепревшего навоза способствовало увеличению максимальной площади листьев картофеля по сравнению с контролем на 12,2 тыс. м²/га.

При внесении N₁₄₄P₁₀₀K₉₀ показатель «площадь листьев» увеличился на 19,1 тыс. м²/га, а при внесении этой же нормы минеральных удобрений и 80 т полуперепревшего навоза площадь листьев увеличилась по сравнению с неудобренным вариантом на 27,4 тыс. м²/га.

Внесение максимальной расчётной нормы минеральных удобрений N₂₁₆P₁₅₀K₁₃₅ обусловило увеличение показателя «максимальная площадь листьев» по сравнению с вариантом без удобрений на 24,6 тыс. м²/га, по сравнению с вариантом N₁₄₄P₁₀₀K₉₀ + фон этот показатель снизился на 2,8 тыс. м²/га. На варианте с внесением удобрений N₂₁₆P₁₅₀K₁₃₅ + фон площадь листьев по сравнению с неудобренным вариантом увеличилась на 31,7 тыс. м²/га.

Влияние расчётных норм удобрений на показатель «максимальная площадь листьев» усиливается при увеличении густоты стояния растений на варианте схемы посадки 0,75×0,20 м×м и глубины основной обработки чернозёма южного 27–30 см. Так, на неудобренном варианте этот показатель увеличился на 4,8 тыс. м²/га, при внесении 80 т на 1 га полуперепревшего навоза – на 7,2 тыс. м²/га.

При внесении расчётной нормы минеральных удобрений N₇₂P₅₀K₄₅ максимальная площадь листьев картофеля увеличилась на 9,6 тыс. м²/га. Внесение этой же нормы минеральных удо-

брений на фоне 80 т полуперепревшего навоза увеличило максимальную площадь листьев на 17,4 тыс. м²/га.

При внесении N₁₄₄P₁₀₀K₉₀ показатель «площадь листьев» увеличился на 24,1 тыс. м²/га. Внесение этой же нормы минеральных удобрений на фоне навоза способствовало приросту площади листьев на 32,2 тыс. м²/га. При внесении N₂₁₆P₁₅₀K₁₃₅ площадь листьев увеличилась на 29,3 тыс. м²/га. На фоне навоза эта норма привела к увеличению площади листовой поверхности на 36,5 тыс. м²/га.

При уменьшении густоты стояния растений на варианте схемы посадки 0,75×0,30 м×м и глубины основной обработки почвы 17–20 см показатель «максимальная площадь листьев» на вариантах без удобрений, навоз 80 т/га – фон и N₇₂P₅₀K₄₅ уменьшился. На варианте N₇₂P₅₀K₄₅ + фон произошло увеличение этого показателя на 4,3 тыс. м²/га, на варианте N₁₄₄P₁₀₀K₉₀ увеличение на 10,4 тыс. м²/га, при внесении N₁₄₄P₁₀₀K₉₀ и 80 т полуперепревшего навоза – на 17,6 тыс. м²/га. Внесение N₂₁₆P₁₅₀K₁₃₅ обусловило увеличение площади листьев на 14,8 тыс. м²/га, а внесение N₂₁₆P₁₅₀K₁₃₅ на фоне 80 т полуперепревшего навоза – на 19,5 тыс. м²/га.

Формирование урожая зависит не только от величины площади листьев, но и от времени её функционирования. Фотосинтетический потенциал (ФП) объединяет эти показатели [1, 4].

Изучаемые в нашем эксперименте элементы европейской технологии (Гримме) возделывания картофеля, такие, как уровень минерального питания, густота стояния растений и глубина основной обработки почвы, при умеренном режиме орошения приводят к увеличению ФП до оптимальной величины, поэтому являются главными средствами достижения высокой урожайности.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) характеризует интенсивность фотосинтеза посева и представляет собой количество сухой массы растений в граммах, которое синтезирует 1 м² листовой поверхности в сутки [1, 4].

Увеличение густоты стояния с 44,4 тыс. раст. на 1 га на варианте посадки 0,75×0,30 м×м до 53,2 тыс. раст. на 1 га на варианте 0,75×0,25 м×м и 66,7 тыс. раст. на 1 га на варианте 0,75×0,20 м×м при всех изучаемых глубинах основной обработки чернозёма южного способствует увеличению интенсивности фотосинтеза посадок картофеля.

При густоте стояния растений 66,7 тыс. раст. на 1 га внесение 80 т на 1 га полуперепревшего навоза снизило показатель «чистая продуктивность фотосинтеза» на 16,6%. Внесение расчётной нормы минеральных удобрений N₇₂P₅₀K₄₅ привело к снижению ЧПФ картофеля на 16,2%. При внесении этой же нормы минеральных удобрений, но на фоне 80 т на 1 га полуперепревшего навоза чистая продуктивность уменьшилась на 6,3%. Следствием внесения N₁₄₄P₁₀₀K₉₀ и N₁₄₄P₁₀₀K₉₀ + 80 т навоза стало понижение этого показателя по

Показатели фотосинтетической деятельности посадок картофеля (среднее за 2008–2016 гг.)

Глубина основной обработки почвы, см	Схема посадки, м × м															
	0,75 × 0,20					0,75 × 0,25					0,75 × 0,30					
	МПЛ, тыс. м ² /га	ФП тыс. м ² дн/га	ср. суточный прирост, кг/га	ЧПФ, г/м ² сут	МПЛ, тыс. м ² /га	ФП тыс. м ² дн/га	ср. суточный прирост, кг/га	ЧПФ, г/м ² сут	МПЛ, тыс. м ² /га	ФП тыс. м ² дн/га	ср. суточный прирост, кг/га	ЧПФ, г/м ² сут	МПЛ, тыс. м ² /га	ФП тыс. м ² дн/га	ср. суточный прирост, кг/га	ЧПФ, г/м ² сут
17–20	без удобрений	23,8	1062,5	96,5	8,36	18,1	907,4	81,2	8,23	16,3	864,2	76,8	8,18			
	навоз 80 т/га – фон	25,1	1326,8	100,7	6,98	19,3	1142,7	83,4	6,71	17,8	1088,7	78,4	6,63			
	N ₇₂ P ₅₀ K ₄₅	26,4	1412,7	108,9	7,09	24,6	1254,3	92,4	6,83	19,2	1124,5	82,8	6,77			
	N ₇₂ P ₅₀ K ₄₅ + фон	32,3	1689,4	143,7	7,83	29,7	1423,8	118,9	7,68	26,4	1357,4	111,3	7,54			
	N ₁₄₄ P ₁₀₀ K ₉₀	39,7	1865,7	156,3	7,71	36,8	1712,1	134,8	7,24	32,5	1643,5	127,6	7,14			
	N ₁₄₄ P ₁₀₀ K ₉₀ + фон	46,5	2081,4	163,2	7,21	42,4	1883,6	142,7	6,97	39,7	1752,7	131,7	6,91			
22–25	N ₂₁₆ P ₁₅₀ K ₁₃₅	44,6	2058,4	157,4	7,03	40,9	1825,8	135,1	6,81	36,9	1743,2	128,5	6,78			
	N ₂₁₆ P ₁₅₀ K ₁₃₅ + фон	50,2	2267,3	167,8	6,81	45,4	2027,7	146,4	6,64	41,6	1965,2	139,4	6,53			
	без удобрений	25,4	1198,5	111,2	8,54	22,1	1017,3	92,6	8,32	20,4	937,2	84,4	8,29			
	навоз 80 т/га – фон	27,8	1489,1	114,3	7,06	23,7	1278,6	94,7	6,81	21,8	1196,3	87,8	6,75			
	N ₇₂ P ₅₀ K ₄₅	29,6	1503,8	117,8	7,21	26,4	1346,5	101,2	6,91	23,4	1293,6	96,7	6,88			
	N ₇₂ P ₅₀ K ₄₅ + фон	37,7	1768,3	155,2	8,07	34,3	1657,4	139,5	7,74	31,6	1531,4	128,3	7,71			
27–30	N ₁₄₄ P ₁₀₀ K ₉₀	44,3	1929,4	163,5	7,80	41,2	1833,2	149,3	7,49	38,2	1778,8	141,6	7,32			
	N ₁₄₄ P ₁₀₀ K ₉₀ + фон	52,2	2127,4	171,8	7,43	49,5	2035,4	158,1	7,15	45,3	1918,9	147,5	7,07			
	N ₂₁₆ P ₁₅₀ K ₁₃₅	48,9	2105,2	164,7	7,20	46,7	2014,6	150,4	6,87	42,2	1911,7	142,2	6,84			
	N ₂₁₆ P ₁₅₀ K ₁₃₅ + фон	55,6	2316,7	174,3	6,92	53,8	2234,5	164,3	6,76	50,5	2116,8	153,7	6,68			
	без удобрений	26,9	1214,3	113,2	8,58	22,8	1053,4	97,7	8,48	20,9	963,5	86,9	8,30			
	навоз 80 т/га – фон	29,3	1566,4	121,7	7,15	24,5	1318,7	99,8	6,96	22,6	1232,4	90,7	6,77			
Примечание:	N ₇₂ P ₅₀ K ₄₅	31,7	1622,5	129,8	7,36	27,6	1398,9	107,8	7,09	25,2	1366,8	98,8	6,90			
	N ₇₂ P ₅₀ K ₄₅ + фон	39,5	1817,4	168,7	8,24	35,7	1722,2	148,4	7,93	32,8	1589,3	133,6	7,73			
	N ₁₄₄ P ₁₀₀ K ₉₀	46,2	1997,2	172,4	7,94	43,4	1917,5	159,6	7,66	40,4	1802,7	144,3	7,36			
	N ₁₄₄ P ₁₀₀ K ₉₀ + фон	54,3	2183,2	178,9	7,54	51,3	2108,8	167,3	7,30	47,5	1953,7	151,2	7,12			
	N ₂₁₆ P ₁₅₀ K ₁₃₅	51,4	2162,6	173,2	7,37	47,8	2096,3	158,4	6,95	44,3	1948,7	145,1	6,85			
	N ₂₁₆ P ₁₅₀ K ₁₃₅ + фон	58,6	2372,6	180,7	7,01	54,5	2274,7	168,9	6,83	51,7	2183,2	159,3	6,71			

Примечание: МПЛ – максимальная площадь листьев; ФП – фотосинтетический потенциал; ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза

сравнению с неудобренным вариантом на 7,8 и 3,8% соответственно.

Внесение максимальной расчётной нормы минеральных удобрений $N_{216}P_{150}K_{135}$ и $N_{216}P_{150}K_{135} + 80$ т полуперепревшего навоза уменьшило чистую продуктивность фотосинтеза на 14,1 и 18,3% соответственно. Посадки картофеля с применением расчётных норм удобрений заметно превосходят по среднему суточному приросту сухого вещества неудобренные ценозы.

Увеличение глубины основной обработки чернозёма южного с 17–20 до 22–25 и 27–30 см повышает суточные приросты сухой биомассы картофеля на 8–20%.

Интенсивность накопления сухого вещества растениями картофеля возрастает и при увеличении густоты стояния растений. Наиболее высокие суточные приросты наблюдались на варианте 66,7 тыс. растений на 1 га при внесении $N_{216}P_{150}K_{135} + 80$ т полуперепревшего навоза и глубине отвальной вспашки 27–30 см и в среднем за 9 лет исследования составили 180,7 кг/га.

Вывод. В результате исследования было выявлено, что агротехнические приёмы – увеличение густоты стояния растений в товарных посадках

картофеля до 66,7 тыс. растений на 1 га (при схеме посадки $0,75 \times 0,25$ м×м), применение расчётных норм минеральных удобрений на фоне и без внесения полуперепревшего навоза и увеличение глубины отвальной вспашки чернозёма южного до 27–30 см при орошении способствовали образованию наибольшей листовой поверхности, увеличению длительности её работы и повышению продуктивности фотосинтеза.

Литература

1. Посыпанов Г.С. Растениеводство: учебник / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др.; под ред. Г.С. Посыпанова. М.: КолосС, 2006. 612 с.
2. Сатункин И.В. Влияние расчётных норм удобрений и глубины основной обработки почвы при различных режимах орошения на фотосинтетическую деятельность посевов сахарной свёклы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 5 (49). С. 40–43.
3. Гуляев А.И. Мелиорация в Оренбургской области, современное состояние и пути её развития / А.И. Гуляев, И.В. Сатункин, Г.В. Соболин, А.А. Прядкин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 1 (21). С. 42–45.
4. Титков В.И. Практикум по технологии производства продукции растениеводства для степной зоны Южного Урала (морфо-биологические особенности, технологии возделывания полевых культур, определение посевных качеств семян и программирование урожая) / В.И. Титков, В.В. Каракулев, Ю.А. Гулянов и др.; под ред. В.И. Титкова. Изд. 2-е, доп. и перераб. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007. 330 с.