

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА**В. А. Варавкин**, к.б.н., доцент, Сумской национальный аграрный университет**В. И. Онычко**, к.с.-х.н., доцент, Сумской национальный аграрный университет**П. Г. Дульнев**, к.х.н., ст. научный сотрудник, Институт бионеорганической химии и нефтехимии НАН Украины

Обработка растений Solanum tuberosum L. сорта Завия биологически активными веществами, при выращивании их в различных погодных условиях, существенно влияет на способность клубнеобразования, увеличение их массы, накопление сухого вещества и крахмала. Интенсивность образования клубней, нарастания их массы, накопления сухого вещества и крахмала с помощью новосинтезированных регуляторов роста зависит от погодных условий в период прохождения вегетационного периода и действующего вещества препаратов. Наибольшую стабильность по действию на увеличение нарастания количества клубней, их массы, повышение в них содержания абсолютно-сухого вещества и крахмала, в различных погодных условиях, проявляют синтетические регуляторы роста ДАР-75-10, ДКОМ-1111, ДКОМ-8725-5.

Ключевые слова: Solanum tuberosum L., продуктивность, крахмал, регуляторы роста растений, сухое вещество.

Постановка проблемы. Количество и качество выращиваемой продукции растениеводства зависит от колебаний погодных условий, возникающих в период вегетации культуры. Для снижения отрицательного воздействия окружающей среды на процессы роста и развития растений, используют современные элементы технологии выращивания культур, которые могут приводить к её загрязнению. Возможность получения дополнительной продукции на основе управления онтогенетической адаптацией растений, одновременно с экологизацией растениеводства, остаётся на сегодняшний день достаточно актуальной направленностью [1].

Одним из направлений, позволяющих более полно реализовать потенциал продуктивности культурных растений с минимальным отрицательным воздействием на окружающую среду, есть применение биологически активных веществ. Действие регуляторов роста даёт возможность повышать урожай культурных растений в различных погодных условиях, которые могут быть достаточно разными в период их выращивания [2].

Основными факторами, способными существенно изменитьхождение продукционного процесса, являются температурный и водный режимы. Повышение реализации потенциала продуктивности разных сортов картофеля, в разнообразных погодных условиях, возможно с использованием биологически активных веществ синтетического происхождения. Поэтому возникает необходимость поиска высокоэффективных по действию на растения, стабильных по проявлению активности в различных погодных условиях биологически активных веществ, способных повышать продуктивность и качество клубней картофеля.

Анализ последних исследований и публикаций. Показатели продуктивности картофеля находятся в прямой зависимости от особенно-

стей генетического потенциала сорта и условий выращивания [3]. В первую очередь от погодных условий, которые на протяжении вегетационного периода имеют свойство меняться [4].

Важное значение для получения стабильной продуктивности картофеля имеют сортовые особенности культуры [5]. Особенно это актуально для конкретных зон возделывания [6]. От условий произрастания в них культуры зависит качество клубней [7], что, безусловно, связано с длительностью вегетационного периода картофеля в районах его выращивания [8].

В неблагоприятных условиях выращивания установлена разнообразная реакция сортов картофеля [9]. Кроме различной урожайности культуры, в зависимости от условий выращивания и используемых сортов, выявлено влияние на качество получаемой из клубней картофеля продукции [10]. В условиях переизбытка влаги обнаружено угнетающее действие на продукционные процессы культуры [11].

Использование различных сортов картофеля, удобрений далеко не всегда определяют продуктивность и качество продуктов переработки [12]. При этом множество факторов, прежде всего гидротермические условия, определяют потребительские качества клубней и некоторых продуктов его переработки [13].

Возможность регуляции адаптивных свойств растительного организма в неблагоприятных погодных условиях, возникающих в период вегетации, реализуется с широким применением биологически активных веществ. Как следствие, с применением стимуляторов роста наблюдается повышение продуктивности растений. Регуляторы роста растений синтетического происхождения способны эффективно действовать на интенсивность ростовых процессов, повышать устойчивость к воздействию высоких и низких температур, недостатку влаги в почве и другим неблагоприятным влияниям окружающей среды

[14].

Благодаря воздействию биологически активных веществ возможно усиление устойчивости растений к стрессам различного происхождения, которые при продолжительном влиянии, как правило, снижают продуктивность культур [15].

Применение синтетических регуляторов роста даёт возможность влиять на процессы различного уровня, связанные с ростом и развитием культурных растений [16, 17], способствуют у культур формированию элементов их продуктивности [2].

Эффективность применения регуляторов роста растений в значительной степени зависит от сортовых особенностей растительных объектов и условий, которые возникают во время прохождения вегетационного периода [18].

Обработка сельскохозяйственных культур биологически активными веществами способствует усилению ростовых процессов, более эффективному использованию факторов жизнеобеспечения и повышению их продуктивности [19].

Цель исследований. Определить эффективные новосинтезированные биологически активные вещества, имеющие способность в период активной вегетации картофеля, при различных погодных условиях, стимулировать нарастание количества клубней, повышать их массу, увеличивать содержание сухого вещества и крахмала.

Методика и условия проведения исследований. Объектом исследования служили растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) средне-раннего сорта «Завия», обработанные в фазу бутонизации синтетическими регуляторами роста. Модельные опыты проведены в полевых условиях учебно-научного производственного комплекса Сумского НАУ на чернозёме типичном малогумусном среднесуглинистом в четырёхкратной повторности. Площадь учётной делянки составляла 2,45 м².

В течение трёх лет (2008-2010) изучали влияние различных погодных условий и регуляторов роста нового поколения на основные элементы продуктивности картофеля. Исследовали действие биологически активных веществ на образование клубней картофеля, нарастание их массы, накопление в них абсолютно сухих веществ и крахмала [21]. Картофель обрабатывали препаратами в концентрациях, рекомендованных научно-инженерным центром «АКСО» Института биоорганической химии и нефтехимии Национальной академии наук Украины.

Регуляторы роста, применяемые в ходе исследований, имеют различное происхождение. Исследовали следующие группы: 1. ДАР-0, ДАР-01 – растворы наночастиц серебра разной концентрации в цитратной форме; 2. ДАР-67-5, ДАР-67-10, ДАР-67-20, ДКОМ 8627-10 – растворы

аквохелатов наночастиц серебра и производных пиридина; 3. ДКОМ–1111 – композиция аквохелатного раствора наночастиц серебра, меди, цинка, железа; 4. ДКОМ 8627-5, ДКОМ 8627-10, ДКОМ 8627-20, ДКОМ-8725-5, ДКОМ-8725-10, ДКОМ-8725-20, ДКОМ ПРХЕ82-20 – растворы композиции аквохелатов наночастиц серебра, меди, цинка, железа и производных пиридина; 5. ДНАН-4 – композиция раствора наночастиц серебра и смеси макро- и микроэлементов; 6. Д8777В – композиционный раствор эндифита и тримана; 7. Д-46103СП30 – раствор эквитастиллина.

Математическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа по Фишеру [22]. Достоверность разницы между вариантами оценивали за критерием Стьюдента за уровнем значения $P \geq 0,05$.

Результаты исследований. В ходе проведения исследований наблюдали значительный контраст в обеспечении картофеля теплом и влагой. 2008 год характеризовался достаточным количеством осадков и тепла для роста и развития картофеля во время вегетационного периода. В июне (в фазу бутонизации, цветения картофеля) наблюдали уменьшение количества осадков. При этом за счёт достаточного накопления в весенний период влаги в почве, на этапе активного клубнеобразования, водного дефицита у растений отмечено не было.

В 2009 году отмечено благоприятные погодные условия в период вегетации картофеля. Достаточное гидротермическое обеспечение в этот период создавало оптимальные условия для роста и развития растений.

В 2010 году установлено проявление стрессовых условий для прохождения ростовых процессов картофеля. В период активной вегетации культуры наблюдали аномальное проявление высоких температур и дефицит влаги в почве и атмосфере.

Установлены существенные отличия в образовании клубней в различных погодных условиях 2008-2010 гг. Клубнеобразование картофеля, рост их массы и накопление в них запасных веществ, характеризует активность физиолого-биохимических процессов под воздействием различных погодных условий. Действие синтетических регуляторов роста растений существенно влияло на показатели продуктивности культуры (табл. 1–3). Установлено усиление нарастания клубней с разной интенсивностью от применения препаратов в цитратной форме с ионами серебра (ДАР-0, ДАР-01) (табл. 1).

Обработка препаратом ДАР-0, в отличие от ДАР-01, более эффективно влияла интенсивность клубнеобразования картофеля. Тенденция стимулирования клубнеобразования под влиянием препарата ДАР-0 также проявлялась в экс-

тремальных погодных условиях 2010 года. На протяжении трёхлетних наблюдений, под влия-

нием препарата, выявлено увеличение количества клубней под кустом картофеля.

Таблица 1

Действие биологически активных веществ и погодных условий на клубнеобразование картофеля

Вариант	Количество клубней, шт./м ²			Количество клубней, шт./растение			Количество клубней диаметром более 35 мм, шт./растение			Количество клубней диаметром менее 35 мм, шт./растение		
	Годы исследования											
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
К	44,1 ^{±1,37}	44,5 ^{±1,21}	35,8 ^{±1,40}	10,8 ^{±0,38}	10,9 ^{±0,22}	8,8 ^{±0,33}	8,4 ^{±0,45}	4,4 ^{±0,31}	7,5 ^{±0,26}	2,4 ^{±0,19}	6,5 ^{±0,17}	1,3 ^{±0,17}
ДАР-0	55,9 ^{±1,41}	53,5 ^{±1,39}	42,8 ^{±1,35}	13,7 ^{±0,21}	13,1 ^{±0,34}	10,5 ^{±0,62}	9,8 ^{±0,41}	6,2 ^{±0,45}	7,8 ^{±0,33}	3,9 ^{±0,19}	6,9 ^{±0,41}	2,7 ^{±0,24}
ДАР-01	43,7 ^{±1,39}	50,6 ^{±1,43}	-	10,7 ^{±0,29}	12,4 ^{±0,41}	-	9,0 ^{±0,38}	5,0 ^{±0,40}	-	1,7 ^{±0,19}	7,4 ^{±0,31}	-
ДАР-67-5	49,4 ^{±1,31}	37,1 ^{±1,42}	-	12,1 ^{±0,33}	9,1 ^{±0,41}	-	8,7 ^{±0,33}	5,3 ^{±0,41}	-	3,4 ^{±0,19}	3,8 ^{±0,28}	-
ДАР-67-10	41,2 ^{±1,47}	24,5 ^{±1,31}	-	10,1 ^{±0,36}	6,0 ^{±0,25}	-	6,3 ^{±0,27}	3,0 ^{±0,37}	-	3,8 ^{±0,17}	3,0 ^{±0,24}	-
ДАР-67-20	30,6 ^{±1,39}	42,9 ^{±1,47}	-	7,5 ^{±0,37}	10,5 ^{±0,48}	-	5,8 ^{±0,53}	5,1 ^{±0,45}	-	1,7 ^{±0,12}	5,4 ^{±0,26}	-
ДАР-75-5	37,8 ^{±1,45}	53,9 ^{±1,57}	43,3 ^{±1,38}	9,3 ^{±0,42}	13,2 ^{±0,49}	10,6 ^{±0,37}	7,7 ^{±0,41}	7,1 ^{±0,38}	7,9 ^{±0,32}	1,6 ^{±0,09}	6,1 ^{±0,32}	2,7 ^{±0,21}
ДАР-75-10	64,8 ^{±1,67}	55,5 ^{±1,49}	44,5 ^{±1,43}	15,9 ^{±0,53}	13,6 ^{±0,37}	10,9 ^{±0,41}	10,7 ^{±0,47}	5,7 ^{±0,41}	9,3 ^{±0,3}	5,2 ^{±0,17}	7,9 ^{±0,15}	1,6 ^{±0,13}
ДАР-75-20	50,8 ^{±1,53}	49,8 ^{±1,58}	38,5 ^{±1,38}	12,4 ^{±0,37}	12,2 ^{±0,71}	9,4 ^{±0,41}	9,5 ^{±0,35}	4,8 ^{±0,32}	6,8 ^{±0,45}	2,9 ^{±0,14}	7,4 ^{±0,38}	2,6 ^{±0,17}
ДАР-82-5	39,2 ^{±1,38}	39,6 ^{±1,43}	-	9,6 ^{±0,43}	9,7 ^{±0,44}	-	6,7 ^{±0,41}	4,5 ^{±0,45}	-	2,9 ^{±0,18}	5,2 ^{±0,34}	-
ДАР-82-10	51,8 ^{±1,39}	54,7 ^{±1,53}	35,9 ^{±1,47}	12,7 ^{±0,43}	13,4 ^{±0,49}	8,8 ^{±0,37}	9,5 ^{±0,41}	6,5 ^{±0,45}	6,8 ^{±0,39}	3,2 ^{±0,23}	6,9 ^{±0,26}	2,0 ^{±0,14}
ДАР-82-20	44,9 ^{±1,39}	32,7 ^{±1,34}	38,4 ^{±1,46}	11,0 ^{±0,35}	7,9 ^{±0,43}	9,4 ^{±0,47}	8,4 ^{±0,41}	4,2 ^{±0,47}	7,7 ^{±0,34}	2,6 ^{±0,18}	3,7 ^{±0,26}	1,7 ^{±0,12}
ДКОМ-1111	44,5 ^{±1,58}	65,3 ^{±1,78}	-	10,9 ^{±0,55}	16,0 ^{±0,62}	-	9,3 ^{±0,64}	7,4 ^{±0,52}	-	1,6 ^{±0,15}	8,6 ^{±0,14}	-
ДКОМ-8627-5	42,0 ^{±1,49}	51,8 ^{±1,47}	-	10,3 ^{±0,35}	12,7 ^{±0,43}	-	8,0 ^{±0,41}	7,7 ^{±0,34}	-	2,3 ^{±0,18}	5,0 ^{±0,25}	-
ДКОМ 8627-10	-	-	51,5 ^{±1,47}	-	-	12,6 ^{±0,46}	-	-	9,7 ^{±0,36}	-	-	2,9 ^{±0,18}
ДКОМ-8627-20	42,4 ^{±1,36}	42,4 ^{±1,39}	-	10,4 ^{±0,37}	10,4 ^{±0,43}	-	8,0 ^{±0,41}	7,7 ^{±0,33}	-	2,3 ^{±0,14}	5,0 ^{±0,31}	-
ДКОМ-8725-5	42,6 ^{±1,39}	44,5 ^{±1,42}	-	10,4 ^{±0,31}	10,9 ^{±0,47}	-	9,1 ^{±0,46}	5,3 ^{±0,23}	-	1,3 ^{±0,16}	5,6 ^{±0,35}	-
ДКОМ-8725-10	44,9 ^{±1,7}	42,9 ^{±1,5}	-	11,0 ^{±0,57}	10,5 ^{±0,43}	-	8,2 ^{±0,57}	5,1 ^{±0,46}	-	2,8 ^{±0,17}	5,4 ^{±0,13}	-
ДКОМ-8725-20	52,2 ^{±1,37}	45,3 ^{±1,64}	-	12,8 ^{±0,43}	11,1 ^{±0,54}	-	10,6 ^{±0,57}	5,7 ^{±0,43}	-	2,2 ^{±0,14}	5,4 ^{±0,48}	-
ДКОМ ПРХЕ-82-20	-	-	36,7 ^{±1,32}	-	-	9,0 ^{±0,38}	-	-	7,7 ^{±0,29}	-	-	1,3 ^{±0,14}
ДНАН-4	-	-	27,7 ^{±1,43}	-	-	6,8 ^{±0,53}	-	-	6,0 ^{±0,36}	-	-	0,8 ^{±0,15}
Д8777В	-	-	19,6 ^{±1,37}	-	-	4,8 ^{±0,41}	-	-	4,5 ^{±0,43}	-	-	0,3 ^{±0,12}
Д-46103СП30	-	-	35,5 ^{±1,32}	-	-	8,7 ^{±0,47}	-	-	8,0 ^{±0,34}	-	-	0,7 ^{±0,07}

Под действием препаратов ДАР-67-5, ДАР-67-10, ДАР-67-20, в период исследований 2008-2009 годов, установлено ингибирование клубнеобразования и различное влияние регуляторов роста на количественное соотношение между фракциями клубней.

Обработка растений раствором аквохелатов наночастиц серебра и производных пиридина (ДАР75-10, ДАР75-20) усиливает образование клубней на столонах картофеля в течение всего периода исследований. Содержащиеся в препаратах производные пиридина значительно увеличивали стимулирующий эффект. Регулятор роста ДАР-75-5 (менее концентрированный) при различных погодных условиях с разной эффективностью влиял на образование клубней под одним кустом из расчёта на 1 м². Отмечено повышение количества клубней крупных и мелких фракций, под действием препарата, в условиях выращивания 2009-2010 гг.

Отмечено ингибирующее проявление препарата ДАР-82-5 на процессы клубнеобразования, в отличие от препарата ДАР-82-10, который стабильно вызывал стимулирующий эффект на увеличение количества клубней разных фракций в условиях 2008-2009 гг.

После обработки картофеля регулятором роста ДАР 82-20 наблюдали различное действие от применения препарата в годы исследований на процессы нарастания количества клубней при разнообразных погодных условиях. Отмечено увеличение количества клубней в условиях резко отличающихся по погодным условиям 2008 и 2010 гг.

Под воздействием погодных условий 2008-2010 годов отмечено значительную контрастность по росту массы клубней (табл. 2). Установили соответствующую реакцию картофеля на рост массы клубней с изменением погодных условий в периоды вегетаций культуры. Наблюдалось, что масса клубней с одного растения диаметром более 35 мм и средняя масса клубня в 2008-2010 гг. существенно отличалась.

Установлено стабильное действие препаратов группы ДАР (ДАР-75-10, ДАР-75-20), что, возможно, связано с концентрацией действующего вещества регуляторов роста. Эти биологически активные вещества в условиях 2008-2010 гг. выращивания картофеля усиливали процесс клубнеобразования под кустами культуры. Эффективность применения препарата была установлена в течение трёх лет исследований.

Таблица 2

Масса клубней картофеля после действия регуляторов роста и различных погодных условий

Вариант	Вес клубней, кг/м ²			Масса клубней с одного растения, г			Масса клубней с одного растения диаметром более 35 мм, г			Средняя масса клубня, г		
	Годы исследования											
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
К	2,84 ^{±0,18}	2,63 ^{±0,19}	2,82 ^{±0,13}	697 ^{±7,54}	644 ^{±6,32}	690 ^{±4,55}	590 ^{±7,36}	389 ^{±5,36}	660 ^{±4,65}	107 ^{±0,79}	235 ^{±1,32}	30 ^{±0,74}
ДАР-0	3,79 ^{±0,17}	2,77 ^{±0,18}	1,84 ^{±0,13}	930 ^{±6,67}	678 ^{±6,15}	450 ^{±4,34}	850 ^{±6,62}	478 ^{±6,54}	400 ^{±3,36}	80 ^{±0,49}	200 ^{±1,47}	50 ^{±0,58}
ДАР-01	3,33 ^{±0,16}	3,31 ^{±0,23}	-	815 ^{±6,19}	812 ^{±7,14}	-	770 ^{±6,47}	412 ^{±4,35}	-	45 ^{±0,44}	400 ^{±0,87}	-
ДАР-67-5	3,76 ^{±0,17}	2,56 ^{±0,15}	-	921 ^{±7,38}	627 ^{±7,43}	-	788 ^{±6,36}	436 ^{±6,27}	-	133 ^{±0,68}	191 ^{±1,19}	-
ДАР-67-10	3,02 ^{±0,15}	2,20 ^{±0,18}	-	740 ^{±7,37}	540 ^{±7,67}	-	640 ^{±6,38}	350 ^{±5,21}	-	100 ^{±0,63}	190 ^{±1,24}	-
ДАР-67-20	3,38 ^{±0,18}	2,78 ^{±0,13}	-	583 ^{±7,27}	682 ^{±7,43}	-	533 ^{±6,34}	391 ^{±6,42}	-	50 ^{±0,38}	291 ^{±1,10}	-
ДАР-75-5	2,82 ^{±0,13}	4,14 ^{±0,21}	2,20 ^{±0,12}	690 ^{±6,35}	1014 ^{±6,32}	540 ^{±5,27}	654 ^{±6,65}	686 ^{±6,21}	510 ^{±4,36}	36 ^{±0,67}	328 ^{±1,35}	30 ^{±0,54}
ДАР-75-10	4,03 ^{±0,19}	3,82 ^{±0,16}	2,91 ^{±0,15}	987 ^{±6,35}	937 ^{±8,23}	714 ^{±5,68}	862 ^{±6,16}	550 ^{±6,14}	680 ^{±5,65}	125 ^{±0,43}	387 ^{±1,56}	34 ^{±0,43}
ДАР-75-20	3,74 ^{±0,17}	2,82 ^{±0,15}	2,13 ^{±0,10}	917 ^{±7,96}	690 ^{±7,15}	522 ^{±4,34}	836 ^{±6,23}	400 ^{±3,35}	470 ^{±4,57}	81 ^{±0,78}	290 ^{±1,43}	52 ^{±0,62}
ДАР-82-5	3,59 ^{±0,17}	2,69 ^{±0,13}	-	880 ^{±7,04}	660 ^{±5,43}	-	790 ^{±6,94}	360 ^{±4,75}	-	90 ^{±0,72}	300 ^{±1,94}	-
ДАР-82-10	3,79 ^{±0,18}	3,14 ^{±0,14}	2,33 ^{±0,13}	930 ^{±7,53}	770 ^{±7,14}	570 ^{±5,26}	870 ^{±5,54}	480 ^{±5,41}	540 ^{±4,53}	60 ^{±0,63}	290 ^{±1,83}	30 ^{±0,63}
ДАР-82-20	4,44 ^{±0,19}	2,19 ^{±0,12}	2,37 ^{±0,15}	1087 ^{±8,68}	537 ^{±5,45}	580 ^{±5,41}	1000 ^{±7,94}	337 ^{±4,54}	550 ^{±5,27}	87 ^{±0,71}	200 ^{±1,58}	30 ^{±0,65}
ДКОМ-1111	3,26 ^{±0,17}	3,67 ^{±0,18}	-	795 ^{±7,54}	900 ^{±7,25}	-	754 ^{±7,04}	657 ^{±6,33}	-	45 ^{±0,43}	243 ^{±1,91}	-
ДКОМ 8627-5	3,59 ^{±0,20}	3,55 ^{±0,21}	-	881 ^{±8,31}	870 ^{±8,52}	-	800 ^{±8,32}	640 ^{±6,73}	-	81 ^{±0,81}	230 ^{±1,31}	-
ДКОМ 8627-10	-	-	2,48 ^{±0,12}	-	-	608 ^{±4,35}	-	-	568 ^{±4,12}	-	-	40 ^{±0,75}
ДКОМ 8627-20	3,15 ^{±0,18}	2,61 ^{±0,17}	-	771 ^{±7,52}	640 ^{±4,74}	-	681 ^{±4,75}	400 ^{±4,78}	-	90 ^{±0,71}	240 ^{±1,12}	-
ДКОМ-8725-5	3,45 ^{±0,16}	3,10 ^{±0,14}	-	845 ^{±7,23}	760 ^{±6,54}	-	809 ^{±7,32}	430 ^{±5,52}	-	36 ^{±0,65}	330 ^{±0,96}	-
ДКОМ-8725-10	3,39 ^{±0,17}	3,22 ^{±0,16}	-	830 ^{±7,98}	790 ^{±6,75}	-	730 ^{±7,05}	418 ^{±5,43}	-	100 ^{±0,73}	372 ^{±0,83}	-
ДКОМ-8725-20	3,51 ^{±0,17}	2,45 ^{±0,15}	-	860 ^{±7,29}	600 ^{±6,35}	-	810 ^{±6,96}	410 ^{±5,62}	-	50 ^{±0,61}	190 ^{±0,86}	-
ДКОМ ПРХЕ 82-20	-	-	2,67 ^{±0,13}	-	-	654 ^{±4,15}	-	-	636 ^{±3,08}	-	-	18,0 ^{±0,43}
ДНАН-4	-	-	1,88 ^{±0,12}	-	-	460 ^{±4,54}	-	-	450 ^{±4,02}	-	-	10 ^{±0,31}
Д8777В	-	-	1,51 ^{±0,13}	-	-	370 ^{±4,54}	-	-	360 ^{±4,19}	-	-	10 ^{±0,47}
Д-46103СП30	-	-	2,20 ^{±0,14}	-	-	540 ^{±4,61}	-	-	530 ^{±4,09}	-	-	10 ^{±0,53}

Выявлен нестабильный эффект на усиление клубнеобразования от воздействия биологически-активных веществ на картофель сорта Завия группы ДКОМ (ДКОМ – 1111, ДКОМ 8627-10, ДКОМ-8725-5, ДКОМ-8725-10, ДКОМ-8725-20, ДКОМ ПРХЕ82-10, ДКОМ ПРХЕ82-20, ДКОМ ПРХЕ82-40). Наиболее высокий эффект получен от обработки растений в фазу бутонизации раствором композиции аквохелатов наночастиц серебра, меди, цинка, железа и производных пиридина (ДКОМ – 8725-20). После обработки данным препаратом наблюдали увеличение количества клубней крупной и мелкой фракции.

Отмечено положительное действие на клубнеобразование под воздействием раствора композиции аквохелатов наночастиц серебра, меди, цинка, железа и производных пиридина в различных соотношениях. Препараты показали высокую эффективность в благоприятные для роста и развития вегетационные периоды 2008-2009 гг. Наиболее стабильный эффект на образование клубней наблюдали от применения препаратов ДКОМ-8725-20 и ДКОМ ПРХЕ82-20. Происходило увеличение количества клубней, как крупной фракции, так и мелкой.

Положительное действие на образование клубней у картофеля отмечено после применения синтетического регулятора роста, в засушливых условиях 2010 года, ДКОМ 8627-10. Происходило увеличение количества клубней, после обработки данными препаратами, с увеличением

крупных и мелких фракций.

Препараты ДКОМ-8725-5, ДКОМ-872510 практически не проявили эффект на усиление нарастания количества клубней под кустом картофеля в погодных условиях 2008 и 2009 года.

После обработки картофеля композицией растворов наночастиц серебра и смеси макро- и микроэлементов ДНАН-4 в условиях 2010 года установлено ингибирующее действие в процессе клубнеобразования. Угнетающее действие наблюдали в этом же году от применения препарата Д8777В (композиционный раствор эндифита и тримана) через существенное снижение количества клубней крупной и мелкой фракции.

Регулятор роста растений Д-46103СП30 не повлиял на ростовые процессы подземной части растений картофеля в 2010 году. Полученные результаты приближались к контрольным значениям.

Растворы наночастиц серебра разной концентрации в цитратной форме повышали массу клубней в 2008-2009 годы проведения исследований. После обработки регулятором роста ДАР-0 установлено увеличение массы клубней под кустом в условиях 2008-2009 годов. За данный период отмечено влияние препарата ДАР-01, как более эффективного по действию на нарастание массы клубней. В течение двухлетних наблюдений, после обработки препаратом, фиксировали увеличение массы клубней под кустом картофеля, прежде всего диаметром более 35 мм.

Наличие в препаратах группы ДАР пиридинов (ДАР-67-5, ДАР-67-10, ДАР-67-20, ДАР-75-5, ДАР-75-10, ДАР-75-20, ДАР 82-20) влияло на нарастание массы клубней на протяжении всех лет исследований с различной интенсивностью. При этом обработка препаратами: ДАР-67-5, ДАР-67-10, ДАР-75-5, ДАР-75-20, ДАР-82-10, ДАР-82-20 в условиях 2009 года исследований не проявили свою эффективность на рост клубней картофеля.

Стабильным стимулятором роста массы клубней картофеля, после применения его в раз-

личных гидротермических условиях, выявился препарат ДАР-75-10. Под его влиянием происходило нарастание средней массы клубня и массы клубней с одного растения, клубней крупного размера в течение всех лет исследований (2008-2010 год). Аналогичную тенденцию наблюдали от воздействия регулятора роста ДАР 82-20, только в условиях благоприятного по погодным условиям 2008 года. Препарат максимально, относительно других испытываемых веществ, увеличивал массу клубней с одного растения диаметром более 35 мм, а также среднюю массу клубня.

Таблица 3

**Содержание сухого вещества и крахмала клубней
в зависимости от действия регуляторов роста и погодных условий**

Вариант	Содержание сухого вещества клубней картофеля, % по годам исследований			Содержание крахмала клубней картофеля, % по годам исследований		
	Годы исследования					
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
К	19,20±0,15	18,02±0,21	15,87±0,17	12,7±0,17	11,7±0,15	9,8±0,16
ДАР-0	21,32±0,17	19,86±0,27	15,98±0,14	14,6±0,22	13,3±0,19	9,9±0,14
ДАР-01	22,39±0,19	20,76±0,21	-	15,6±0,16	14,1±0,16	-
ДАР-67-5	22,24±0,17	21,05±0,38	-	15,4±0,17	14,3±0,22	-
ДАР-67-10	21,78±0,26	21,43±0,23	-	15,2±0,24	14,7±0,18	-
ДАР-67-20	18,83±0,27	22,24±0,21	-	12,4±0,19	15,4±0,19	-
ДАР-75-5	21,27±0,26	19,00±0,31	15,87±0,21	14,6±0,23	12,5±0,16	9,8±0,13
ДАР-75-10	21,87±0,25	18,09±0,21	15,92±0,19	15,2±0,19	11,7±0,19	9,9±0,17
ДАР-75-20	21,94±0,27	19,74±0,20	15,89±0,23	15,3±0,17	13,2±0,17	9,9±0,18
ДАР- 82-5	21,20±0,28	21,59±0,35	-	14,5±0,19	14,8±0,17	-
ДАР- 82-10	21,29±0,18	21,69±0,27	15,98±0,26	14,6±0,22	14,9±0,23	9,9±0,15
ДАР- 82-20	21,61±0,25	21,74±0,22	16,00±0,27	14,9±0,18	15,1±0,18	9,9±0,16
ДКОМ-1111	27,24±0,37	21,68±0,31	-	20,1±0,28	14,9±0,20	-
ДКОМ-8627-5	22,43±0,19	19,81±0,29	-	15,6±0,23	13,3±0,15	-
ДКОМ 8627-10	-	21,83±0,42	15,9±0,19	-	15,2±0,18	9,9±0,17
ДКОМ-8627-20	23,42±0,34	21,20±0,26	-	16,5±0,28	14,5±0,23	-
ДКОМ-8725-5	22,32±0,32	19,80±0,36	-	15,5±0,19	13,1±0,17	-
ДКОМ-8725-10	20,14±0,32	16,91±0,27	-	13,5±0,17	10,5±0,24	-
ДКОМ-8725-20	20,09±0,34	19,77±0,25	-	13,5±0,27	12,4±0,15	-
ДКОМ ПРХЕ-82-20	-	-	15,88±0,27	-	-	9,8±0,15
ДНАН-4	-	-	16,05±0,19	-	-	10,0±0,19
Д8777В	-	-	15,86±0,26	-	-	9,8±0,13
Д-46103СП30	-	-	15,9±0,31	-	-	9,9±0,19

После обработки растений картофеля регуляторами роста растений группы ДКОМ наблюдали различное по интенсивности влияние на рост клубней. Наиболее стабильный эффект усиления нарастания массы клубней установлено от препаратов ДКОМ 8627-10, ДКОМ ПРХЕ82-20. После обработки растений в фазу бутонизации препаратом ДКОМ 8627-10 повышалась масса клубней под кустом картофеля. Установлен под воздействием препарата значительный рост массы клубней диаметром более 35 мм и средней массы клубней во все годы проведения исследований.

Положительный эффект на нарастание массы клубней имели от применения ДКОМ – 1111. Рост массы клубней увеличивался под кустом картофеля, прежде всего с диаметром, более 35 мм, а также средняя масса клубня. Подобно на растения влиял препарат ДКОМ-8627-5, усиливая нарастание общей массы клубней под

кустом и в первую очередь клубней диаметром более 35 мм.

От применения препарата ДКОМ-8725-10 в условиях 2008,2009 годов установлен стимулирующий эффект. В условиях 2008 года наблюдали положительное воздействие от препаратов ДКОМ-8725-20 на увеличение массы картофеля.

Однообразный эффект имели от обработки картофеля композициями растворов наночастиц серебра и смеси макро- и микроэлементов (ДНАН-4), композиционного раствора эндофита и тримана (Д8777В). Масса клубней под кустом была ниже контрольных значений в условиях 2010 года.

Действие биологически активных веществ, которые отнесли к группе ДАР, было положительным на увеличение содержания крахмала и абсолютно-сухого вещества (табл. 3.) Установлен рост сухого вещества и крахмала в клубнях под воздействием подавляющего количества

испытываемых препаратов группы ДАР в различных гидротермических условиях 2008-2010 годов. Наиболее высокий рост сухого вещества и крахмала наблюдали в условиях 2008-2009 годов, особенно под воздействием регуляторов роста ДАР-01, ДАР-67-5, ДАР-67-10, ДАР-75-10, ДАР-75-20. Препарат ДАР-67-20 в условиях 2008 года, ДАР-75-10 в 2009 году, а также ДАР-0, ДАР-75-5, ДАР-75-10, ДАР-75-20, ДАР-82-10, ДАР-82-20 в экстремальных гидротермических условиях 2010 года практически не влияли на накопление сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля.

В благоприятных погодных условиях 2008-2009 г., после действия на растения картофеля композиции аквохелатного раствора наночастиц серебра, меди, цинка, железа (ДКОМ-1111), наблюдали значительное усиление накопления абсолютно-сухого вещества и крахмала в клубнях сорта Завия. Такое действие препарата на накопление сухих веществ в клубнях, на фоне применения других биологически-активных веществ, оказалось максимальным в погодных условиях 2008 года.

После обработки препаратами, которые имеют в своём составе пиридин (ДКОМ 8627-5, ДКОМ 8627-20, ДКОМ-8725-5, ДКОМ-8725-10, ДКОМ-8725-20) в 2008-2009 годах было установлено положительную тенденцию в накоплении сухих веществ и крахмала в клубнях картофеля. Исключением явилось незначительное снижение сухих веществ и крахмала в 2009 году под воздействием препарата ДКОМ-8725-10. Препарат ДКОМ 8627-20 показал себя наиболее эффективным среди других препаратов группы ДАР в способности усиливать накопление абсолютно-сухих веществ и крахмала.

При изучении влияния синтетических регуляторов роста группы ДКОМ (ДКОМ-8627-10, ДКОМ ПРХЕ-82-20) и препаратов ДНАН-4, Д877В, Д-46103СП30 на накопление в клубнях картофеля сорта Завия абсолютно-сухих веществ и крахмала, в неблагоприятных погодных условиях 2010 года, не установлено эффекта от применения данных веществ.

Выводы

1. Образование клубней картофеля сорта

Завия находится в тесной зависимости с погодными условиями, которые проявляются в период вегетации культуры и действием синтетических регуляторов роста. Препараты ДАР-0, ДАР-75-10, ДАР-75-20, ДАР-82-10, ДКОМ-1111, ДКОМ 8627-10, ДКОМ-8725-20, ДКОМ ПРХЕ-82-20 в различных погодных условиях существенно усиливают образование клубней картофеля. Образование клубней под кустом картофеля и их величина зависит от химической природы препаратов, концентрации действующих веществ и погодных условий, прямо влияющих на ростовые процессы.

2. Рост массы клубней зависит от складывающихся погодных условий в период вегетации. Препараты ДАР-01, ДАР-67-20, ДАР-75-10, ДКОМ-1111, ДКОМ 8627-5, ДКОМ-8725-5, ДКОМ-8725-10 с разной интенсивностью увеличивают массу клубней. Эффективность препаратов на нарастание массы клубней картофеля зависит от природы действующего вещества и его концентрации в отдельных препаратах.

3. Погодные условия, при произрастании картофеля сорта Завия, имеют влияние на содержание сухого вещества и крахмала в клубнях. Наиболее стабильно действуют на накопление сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля препараты, содержащие наночастицы серебра и производные пиридина (ДАР-0, ДАР-01, ДАР-67-5, ДАР-67-10, ДАР-75-5, ДАР-75-10, ДАР-75-20, ДАР-82-10, ДАР-82-20, ДКОМ 8627-5, ДКОМ 8627-10, ДКОМ 8627-20, ДКОМ 8725-5). Препараты ДАР-67-20, ДКОМ-8725-10 на содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля действуют нестабильно под влиянием различных погодных условий. В экстремальных высокотемпературных условиях и недостатка влаги, под влиянием препаратов, значительного усиления накопления сухих веществ и крахмала не происходит.

4. Синтетические регуляторы роста ДАР-75-10, ДКОМ-1111, ДКОМ-8725-5 стабильно в различных погодных условиях увеличивают нарастание количества клубней их массы, повышают в них содержание абсолютно-сухого вещества и крахмала.

Список использованных источников:

1. Бабенко Л. М. Структурно-функціональні особливості 14-добових проростків *Triticum aestivum* L. сорту Ятрань 60 за умов температурного стресу / Л. М. Бабенко, М. М. Щербатюк, І. В. Косаківська, Д. О. Климчук, Ю. М. Акімов // Scientific Journal «ScienceRise». – 2015. – №6/1(11). – С. 7–14.
2. Варавкин В. А. Реализация потенциала продуктивности картофеля под действием синтетических регуляторов роста в различных гидротермических условиях / В. А. Варавкин // Scientific Journal «ScienceRise». – 2015. – №6/1(11). – С. 14–22.
3. Анисимов Б. В. Сортовые ресурсы на рынке семенного картофеля в 2004 году / Б. В. Анисимов // Картофель и овощи. – 2005. – № 4. – С. 24–25.
4. Бакулина В. А. Сорта картофеля, впервые включенные в 2002 г. в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию / В. А. Бакулина, И. И. Тимофеева // Картофель и овощи. – 2002. – № 6. – С. 7–8.
5. Гордеева А. В. Перспективные сорта для Республики Марий Эл / А. В. Гордеева, С. А. Заматин, А. В. Роженева // Картофель и овощи. – 2008. – № 6. – С. 6.

6. Ермолаева С. Г. Перспективные сорта картофеля для Тульской области / С. Г. Ермолаева // Картофель и овощи. – 2003. – № 6. – С. 14.
7. Зейрик В. Н. На количество редуцирующих сахаров в клубнях влияют минеральное питание и условия вегетации / В. Н. Зейрик, А. Е. Михалев // Картофель и овощи. – 2008. – № 7. – С. 15.
8. Исаев М. Ф. Ранние сорта картофеля в Татарстане / М. Ф. Исаев, С. М. Исаева // Картофель и овощи. – 2002. – № 1. – С. 22.
9. Козин С. В. Урожайность разных сортов картофеля в засушливых условиях / С. В. Козин, Е. Я. Молчанова // Картофель и овощи. – 2003. – № 3. – С. 6.
10. Митюшкин А. В. Влияние сорта и условий возделывания картофеля на качество получаемых чипсов / А. В. Митюшкин, С. С. Салюков, Е. А. Симаков // Достижения науки и техники АПК. – 2001. – № 2. – С. 28–29.
11. Молявко А. А. Переувлажнение почвы и продуктивность сортов картофеля / А. А. Молявко, В. Н. Свифт // Вопросы картофелеводства. Научные труды Всероссийского НИИКХ. – М., 1999. – С. 43–45.
12. Молявко А. А. Сорт и удобрение определяют качество продуктов переработки / А. А. Молявко, А. В. Марухленко, Н. П. Борисова // Картофель и овощи. – 2008. – № 7. – С. 6–7.
13. Пшеченков К. А. Факторы, определяющие потребительские качества клубней и некоторых продуктов переработки / К. А. Пшеченков, О. Н. Давыденкова // Вопросы картофелеводства. Научные труды ВНИИКХ. – М. : Издание ВНИИКХ. – 2002. – Вып. 64. – С. 140–145.
14. Варавкин В. А. Влияние температурного стресса и регуляторов роста на оводненность и корнеобеспеченность проростков озимой пшеницы / В. А. Варавкин // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2013. – Серія «Агрономія і біологія». – №3(25). – С. 151–155.
15. Варавкін В. О. Ріст проростків озимої пшениці після дії температурного стресу та гумата калію / В. О. Варавкін // Наукові доповіді НУБІП. – 2011. – № 2 (24). [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11vvo.pdf.
16. Жук О. І. Ростова реакція проростків озимої пшениці на температурний стрес та обробку препаратом «Димекс» / О. І. Жук, І. П. Григорюк, В. О. Варавкін [та ін.] // Физиология и биохим. культ. растений. – 2001. – Т. 33, № 6. – С. 485–489.
17. Жук О. І. Вплив препарату «Гарт» на ріст проростків озимої пшениці після температурного стресу / О. І. Жук, І. П. Григорюк, В. О. Варавкін [та ін.] // Физиология и биохим. культ. растений. – 2002. – Т. 34, №1. – С. 58–62.
18. Пигорев И. Я. Использование регуляторов роста на картофеле / И. Я. Пигорев, Э. В. Засорина, А. А. Кирилов, К. Л. Родионов. – Курск : КГСХА, 2006. – 98 с.
19. Варавкин В. О. Ростова реакція проростків пшениці озимої на дію температурного стресу та їх реагування в розчині триману / В. О. Варавкін // Агробіологія. – 2013. – №10 (100). – С. 159–162.
20. Варавкин В. А. Углекислотный газообмен и фитогормональный статус листьев сахарной свёклы после обработки этиконом / В. А. Варавкин // Физиология и биохим. культ. растений. – 2010. – Т. 42, № 1. – С. 73–78.
21. Попович Л. П. Фізико-хімічні дослідження продукції рослинництва / Л. П. Попович. – К. : ІСДО, 1993. – 352 с.
22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ УМОВ ТА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

В. О. Варавкін

Обробка рослин *Solanum tuberosum* L. сорту Завія біологічно активними речовинами, при вирощуванні їх в різних погодних умовах, істотно впливає на здатність бульбоутворення, збільшення їх маси, накопичення сухої речовини і крохмалю. Інтенсивність утворення бульб, наростання їх маси, накопичення сухої речовини і крохмалю з допомогою новосинтезованих регуляторів росту залежить від погодних умов протягом проходження вегетаційного періоду та діючої речовини препаратів. Препарати ДАР-0, ДАР-75-10, ДАР-75-20, ДАР-82-10, ДКОМ-1111, ДКОМ 8627-10, ДКОМ-8725-20, ДКОМ ПРХЕ-82-20 в різних погодних умовах істотно підсилюють утворення бульб картоплі. Зростання маси бульб також залежить від погодних умов в період вегетації. Препарати ДАР-01, ДАР-67-20, ДАР-75-10, ДКОМ-1111, ДКОМ 8627-5, ДКОМ-8725-5, ДКОМ-8725-10 з різною інтенсивністю збільшують масу бульб. Досить ефективно діють на накопичення сухої речовини і крохмалю в бульбах картоплі препарати, що містять наночастинки срібла і похідні піридину (ДАР-0, ДАР-01, ДАР-67-5, ДАР-67-10, ДАР-75-5, ДАР-75-10, ДАР-75-20, ДАР-82-10, ДАР-82-20, ДКОМ 8627-5, ДКОМ 8627-10, ДКОМ 8627-20, ДКОМ 8725-5). Найбільшу стабільність в збільшенні наростання кількості бульб їх маси, підвищення в них вмісту абсолютно-сухої речовини і крохмалю, у різних погодних умовах, проявляють синтетичні регулятори росту ДАР-75-10, ДКОМ-1111, ДКОМ-8725-5.

Ключові слова: *Solanum tuberosum* L., продуктивність, крохмаль, регулятори росту рослин, суха речовина.

DEPENDENCE OF EFFICIENCY SOLANUM TUBEROSUM L. FROM WEATHER CONDITIONS AND ACTIONS OF GROWTH REGULATORS

V. Varavkin

Processing of plant *Solanum tuberosum* L. varieties Zawiya by biologically active substances, under different weather conditions during vegetation, significantly affects the ability of tuber, increasing their mass, the accumulation of dry matter and starch. The intensity of the formation of tubers, increase their mass, accumulation of dry matter and starch with the applying of newly growth regulators depends on the weather conditions during the period of the growing season, and the active ingredient preparations. The synthetic growth regulators DAR-75-10, DKOM-1111, DKOM-8725-5 showed the greatest stability in increase in the number of tubers, their weight, increasing the content of absolutely dry matter and starch in various weather conditions.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., productivity, starch, plant growth regulators, dry basis.

Надійшла до редакції: 26.04.2017.

Рецензент: Жатова Г.О.

УДК 633.34:631.5:631.526.32

ВПЛИВ СПОСОБІВ СІВБИ НА СИМБІОТИЧНУ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТІВ СОЇ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

В. Ю. Браценюк, аспірант*, Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН

*Науковий керівник – д.с.-г.н. В. Ф. Камінський

Стаття присвячена розкриттю впливу досліджуваних факторів (сортів та способів сівби) на динаміку формування симбіотичного апарату рослин сої в умовах Західного Лісостепу. Наведено результати з вивчення впливу способів сівби на показники кількості і маси активних бульбочок, а також активного симбіотичного потенціалу. Встановлено, що найбільшу кількість бульбочок з леггемоглобіном 31 шт./рослину та їх сиру масу 1,42 г/рослину з активним симбіотичним потенціалом 14,123 тис. кг діб/га зафіксовано у ранньостиглого сорту Монада у фазу наливу насіння.

Ключові слова: соя, сорт, способи сівби, симбіотична продуктивність, бульбочки, активний симбіотичний потенціал.

Постановка проблеми. Соя – основна високобілкова культура світового рослинництва, вона є однією серед найбільш поширених зернобобових і олійних культур, відіграє вирішальну роль у сільському господарстві, технічній і переробній промисловості та медицині. Це цінна зернобобова культура, яка набуває особливого значення при формуванні вітчизняного ринку високопротеїнових кормів, збалансованих за поживними речовинами та амінокислотами. У насінні сої міститься в середньому 36–45 % білка, 19–22 % – жиру, 23–28 % вуглеводів, значний вміст вітамінів, ферментів, мінеральних та інших речовин [1–3].

Останніми роками слід відзначити зацікавленість у вирощуванні сої в Україні, а також явну тенденцію до збільшення площ її посівів. Однак при цьому слід констатувати досить низький рівень врожайності, коли реалізація генетичного потенціалу продуктивності її сучасних сортів у виробничих умовах становить 50 % і менше. Це є результатом недостатнього вивчення процесів росту й розвитку посівів даної культури. Тому для підвищення господарської продуктивності рослин сої важливо з'ясувати умови оптимізації симбіотичної фіксації, асиміляції азоту. Від активності цих процесів залежить ріст, розвиток і продуктивність рослин. Азотфіксація впливає на процеси фотосинтезу і розподіл фотоасимілянтів і азото-вмісних речовин в різних органах рослин [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Відомо, що соя здатна засвоїти близько 50–70 % потрібного їй азоту та накопичувати його в ґрунті, до збирання врожаю біля 80–100 кг, що рівноцінно внесенню 15–20 т/га гною. Найінтенсивніше азотфіксація у сої проходить у фазі цвітіння, формування і наливу бобів при температурі повітря 24–28 °С і відносній вологості 40–60 %. Важливу роль у формуванні високих урожаїв сої відіграють бульбочкові бактерії виду *Bradyrhizobium japonicum*, які вступають у симбіотичні зв'язки з цією рослиною та забезпечують її біологічним азотом. За відсутності мікросимбіонтів змінюється екологічна функція сої: вона з культури, яка акумулює фіксований азот атмосфери, перетворюється в культуру, що використовує азот ґрунту [5, 6].

Наявність бульбочок не завжди означає задовільне засвоєння ними атмосферного азоту. Важливою умовою азотфіксації є наявність у бульбочках леггемоглобіну – залізо-протеїну, який надає бульбочкам рожевого забарвлення. Тому рожевий колір, великий розмір бульбочок, розміщення їх ближче до центру кореневої системи свідчить про те, що азотфіксація відбувається активно. Дрібні, світлі бульбочки, розміщені по периферії кореневої системи, фіксують мало азоту [7].

У результаті симбіозу між бактеріями і соєю підвищується не тільки врожайність зерна, але й поліпшується якість врожаю – збільшується вміст