

working solution – 300 l/ha). The prospect of using the tested drug on tomato is confirmed by research results. In this variant, the maximum increase in the yield of tomato fruits was obtained – by 28.3%, with a yield on control – 18.68 t/ha, the yield of this variant also characterized by high quality (sugar content – 5.7%, on control – 4.2%; vitamin C – 32.1 mg/100 g of raw material, in the control – 15.5 mg/100 g of raw material).

Key words: tomato, EMIKS-U microbiological fertilizer, root soaking, foliar feeding, growth, photosynthesis, fruit formation, yield, fruit quality.

УДК 631.81:635.656(477.75)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА ГОРОХЕ ПОСЕВНОМ ПРИ ПРЯМОМ ПОСЕВЕ (NO-TILL) В КРЫМУ

**В.С. Паштецкий, д.с.-х.н., Л.А. Радченко, к.с.-х.н. Е.Н. Турин, к.с.-х.н.,  
К.Г. Женченко, А.А. Гонгало, Э.Р. Абдурашитова, А.Ю. Еговцева,  
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»  
Россия, 295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, д.150,  
e-mail: [turin\\_e@niishk.ru](mailto:turin_e@niishk.ru), [priemnaya@niishk.ru](mailto:priemnaya@niishk.ru)  
Тел. (3652)56-00-07, моб. +79781381455**

**Работа выполнена по госзаданию № 0834-2019-0004**

Изучено в длительном полевом стационарном опыте (Географической сети опытов) на черноземе южном мичеллярно-карбонатном в условиях Центральной степи Крыма влияние комплексного микробиологического препарата на рост, развитие, урожайность и качественные показатели гороха посевного, выращиваемого по технологии прямого посева в 2016-2019 гг. Число зерен на растении на контроле составило 13,9, в варианте с обработкой биопрепаратом – 15,1, прирост равен 9%, соответственно выросла масса зерен с 39,9 до 44,1 г – на 10,5%. Применение микробного препарата способствовало увеличению биологической урожайности на 3,7 ц/га. Бактеризация семян гороха достоверно увеличила массу 1000 зерен в 2016 г., в последующие годы она была на одном уровне с контролем. Инокуляция биопрепаратом способствовала более высокому содержанию белка – на 1,7% в 2016 г., в среднем за три года разница составила 0,5% в пользу бактериализации. В 2016 и 2019 гг. урожайность достоверно была выше при применении препарата – на 0,3 (4,9%) и 0,2 (14,0%) т/га соответственно. В среднем за три года инокуляция способствовала прибавке урожайности 0,1 т/га.

Ключевые слова: горох посевной, прямой посев, технология no-till, система земледелия, обработка почвы, нулевая технология, комплексный микробиологический препарат.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.20

В последнее время аграрии всего мира обращают внимание на систему земледелия прямого посева (no-till). Прямой посев семян в необработанную почву, по сути, значительно ближе к природе, чем длительная многократная ее обработка. Чем интенсивнее обрабатывают почву, тем больше нарушаются условия жизни ее многочисленных обитателей – почвенной биоты. Если учитывать, что в почве живая ее часть тесно переплелась с неживой, становится понятным, что при применении многократной механической обработки базовые ее агрофизические параметры, в том числе плодородие, изменяются не в лучшую сторону [2, 10, 11, 13].

Прямой посев, под названием no-till, получил всестороннюю поддержку со стороны международных организаций после подписания Киотских соглашений о мерах по предотвращению глобального изменения климата. Технология прямого посева довольно быстро стала завоевывать мир. Не везде нулевой вариант легко приживается, но он имеет право на существование [12].

Крымские фермеры успешно занимаются технологией прямого посева на площади более 52 тыс. га, многие уже на протяжении 10-15 лет. Технология прямого посева требует освоения своих специфических адаптивных плодосмен. Главное требование к севооборотам по этой технологии – отсутствие паровых полей, чере-

дование разнородных культур. Почва должна быть покрыта или культурными растениями, или после их уборки непродуктивной частью – соломой, половой или другими растительными отходами. Допускается, как исключение, при необходимости пар химический [8].

При традиционной технологии многие исследователи считают горох посевной не просто хорошим предшественником, а парозанимающей культурой, обеспечивающей получение высоких урожаев озимых зерновых хорошего качества, при этом лишь незначительно уступая пару черному. Когда стал вопрос о формировании севооборотов для новой системы земледелия, большинство фермеров остановились на горохе посевном – достойной замене пара черного. Тем более фермеры, длительное время занимающиеся новой технологией, подчеркивают, что отдельные культуры отзывчивы на эту технологию более других, в том числе горох посевной [14].

Площади посева гороха посевного составляют 80% от общего количества зернобобовых на полуострове. Буквально за последние пять лет площади этой культуры выросли с 17,0 тыс. га (2016 г.) до 30,4 тыс. га (2020 г.). Урожайность за эти годы составила в среднем 17,5 ц/га.

Горох посевной – древнейшая культура мира, известная с каменного века. Культура продовольственная и кормовая; скороспелая. По содержанию дешевого белка горох значительно превосходит злаковые культуры: незаменимых аминокислот в нем в 1,7–3 раза больше, чем в белке злаковых. Агротехническое ее значение в том, что она меньше истощает почву, чем небобовые культуры – симбиотически фиксированный азот воздуха частично пополняет урожай зерна гороха, а еще больше его остается в поле с послеуборочными остатками под посев последующей культуры [9].

Горох посевной отлично реагирует на предпосевную обработку семян препаратами, в основе которых штаммы клубеньковых бактерий – продуктивность растений повышается на 9,3–27%, при увеличении содержания белка на 3%. Эти данные получены при традиционной системе земледелия. Иногда можно услышать, что особой нужды проводить инокуляцию семян гороха нет, в почве имеется достаточное количество аборигенных штаммов азотфиксирующих бактерий. Микробиологи ФГБУН «НИИСХ Крыма» считают это мнение ошибочным.

Цель исследований – изучить влияние обработки семян гороха перед посевом комплексным микробиологическим препаратом (КМП), в сравнении с химическим протравителем, на параметры роста растений, качество продукции, урожайность и количество микроорганизмов различных эколого-трофических групп чернозема южного мицеллярно-карбонатного, на фоне системы земледелия без обработки почвы.

**Методика.** Опыт по изучению влияния КМП на урожайность и качественные показатели гороха посевного, выращиваемого по технологии прямого посева проводился в 2016–2019 гг. на опытном поле ФГБУН «Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крыма», который расположен в селе Клепинино Красногвардейского района (Центральная степь Крыма).

Горох в нашем стационарном севообороте размещается после полевой культуры сорго зернового. *Pisum sativum* L. – культура холодного периода, имеет крупные семена, хорошо дает всходы и растет в условиях большого количества растительных остатков на поверхности поля.

Почва представлена черноземом южным мицеллярно-карбонатным, с наличием гумуса 2,2–2,3 %. Подвижных фосфатов в слое 0–20 см – 3,4 мг/100 г почвы, обменного калия 39 мг/100 г почвы, реакция почвенного раствора – pH 7,5 [5]. Агроклиматические условия данной зоны характеризуются неустойчивым и недостаточным увлажнением, со среднемноголетним количеством

осадков – 428 мм и среднемноголетней температурой воздуха за последние 10 лет – 12,1°C при норме 10,4° [1]. В опытах изучался сорт гороха. Девиз. Опыт заложен в трехкратной повторности, площадь делянок 300 м<sup>2</sup>, учетная площадь 50 м<sup>2</sup>. Наблюдения, учеты, определение урожайности и математическую обработку проводили по методике полевого опыта [4]. Качество полученной продукции определяли согласно практикуму по агрономической химии [7]. Количество микроорганизмов различных эколого-трофических групп определяли согласно методике [3].

В опытах изучалось применение инокуляции КМП, собственником которого является ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». В день посева семенной материал в варианте с применением препарата, обрабатывался штаммами микроорганизмов по методике [3]. В качестве контроля – вариант с протравливанием семян Витаваксом 200 ФФ.

В состав изучаемого КМП входят: 1. Микроорганизмы, способные усваивать азот из воздуха, обогащая им почву. Впоследствии культурные растения гороха используют его для своей жизнедеятельности и частично оставляют для последующей культуры; 2. Фосфоромобилизирующие микроорганизмы, которые переводят недоступный фосфор в почвах в доступные для растений соединения; 3. Третий компонент представляет собой микроорганизмы, угнетающие рост и развитие фитопатогенных бактерий и грибов, т.е. работают по принципу химических протравителей.

Погодные условия в период исследований по главным показателям (сумма осадков в предпосевной, вегетационный периоды и среднемесячная температура воздуха) были довольно жесткими, непредсказуемыми, со значительными отклонениями от среднемноголетних данных.

Количество осадков и температура воздуха помесечно в период вегетации гороха представлены в таблице 1 и на рисунках 1, 2. Количество осадков за вегетацию гороха в 2016 г. было в 2,5 раза выше среднемноголетней нормы (408 мм при среднемноголетнем 160 мм). Сумма осадков за вегетационный период в 2017 и 2018 гг. значительно ниже среднемноголетних показателей в 1,5 и 1,8 раза соответственно. В 2019 г. перед посевом и за апрель–май выпала всего половинная норма, основная масса осадков была в последний месяц вегетации – 120 мм. Июньские осадки мало повлияли на урожайность, но спровоцировали рост сорняков, которые впоследствии затрудняли уборку. Неравномерное распределение осадков по месяцам, конечно, в дальнейшем сказалось на уровне урожайности и его качестве.

**1. Погодные условия во время проведения опытов\***

Годы	Осадки, мм				Сумма осадков, мм	Среднемесячная температура воздуха, °С				Среднее
	март	апрель	май	июнь		март	апрель	май	июнь	
2016	18,7	33,4	146,6	209,9	408,6	6,50	13,0	15,7	21,4	14,2
2017	22,1	39,9	23,6	20,5	106	7,00	9,3	15,7	21,4	13,4
2018	22,8	3,10	15,6	46,3	87,8	4,60	13,2	19,0	22,7	14,9
2019	17,7	26,9	14,4	120	179	5,80	9,8	17,7	23,8	14,3
Среднемноголетнее	31	28	42	59	160	3,10	10,0	15,7	19,9	12,2

\*По данным Клепинина.

Среднемесячная температура воздуха за март–июнь по среднемноголетнему показателю равна 12,2°C, за годы исследований она колебалась от 13,4 (2017 г.) до 14,9 °С (2018 г.), что выше в среднем за 4 года на 2 °С.

Особенно неблагоприятным по температурному ре-

жиму был 2018 г., на фоне значительного отсутствия осадков, в период формирования генеративных органов температура в дневные часы достигала 38°C. Такие жесткие условия сказались на общем состоянии растений, в частности многие плодоземельные абортывались.

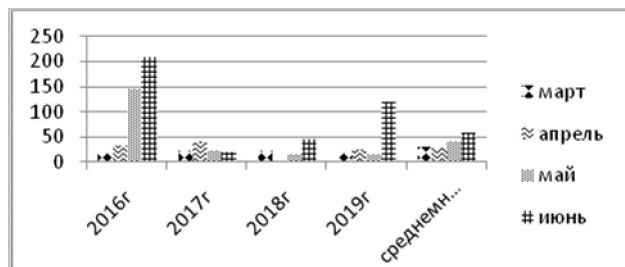


Рис. 1. Количество осадков (мм) за время вегетации гороха в сравнении со среднемноголетним показателем



Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха (°C) за время вегетации в сравнении со среднемноголетним показателем

**Результаты и их обсуждение.** Влияние инокуляции семян гороха КМП на отдельные биометрические параметры роста растений и структуру урожая изучаемой культуры за годы исследований представлены в таблице 2.

Бактеризация семян гороха способствовала, в большей или меньшей мере, увеличению всех приведенных в таблице 2 параметров при применении КМП. Она достоверно увеличила массу 1000 зерен в 2016 г., в последующие годы масса их была на одном уровне с контролем (табл. 3).

По многочисленным данным, применяемые КМП положительно влияют на содержание белка в зерне [6]. В создавшихся погодных-климатических условиях инокуляция биопрепаратом способствовала более высокому содержанию белка в 2016 г. За годы исследований разница составила 0,5% в пользу бактеризации.

Бункерная урожайность гороха по годам значительно колебалась и зависела не столько от агротехнологии, сколько от создавшихся погодных-климатических усло-

вий. Из четырех лет только один год (2016 г.) был благоприятным, остальные характеризуются повышенным температурным режимом на фоне значительного недобора осадков в наиболее значимые фазы развития гороха. В 2016 и 2019 гг. урожайность была достоверно выше при применении КМП – на 4,9 и 14,0%. В среднем за три года инокуляция способствовала прибавке 0,1 т/га.

## 2. Влияние инокуляции КМП семян гороха на рост, развитие и структуру урожая (в среднем за 2016–2019 гг.)

Вариант опыта	Число растений на 1 м <sup>2</sup>	Высота растений, см	Число бобов на 1 растение	Число зерен с 1 растения	Масса зерна с 1 растения, г	Биологическая урожайность, т/га
Контроль*	82,7	52,0	5,6	13,9	39,9	3,29
КМП**	83,2	54,2	5,9	15,1	44,1	3,66
±	+0,5	+2,2	+0,3	+1,2	+4,2	+0,37

\*Протравливание семян Витаваксом 200 ФФ; \*\*Комплексный микробиологический препарат.

## 3. Влияние инокуляции КМП семян гороха, на массу 1000 зерен, содержание белка и урожайность

Варианты опыта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее за 2016–2019 гг.
<i>Масса 1000 зерен, г</i>					
Контроль	279	263	258	254	264
КМП	290	259	259	262	268
±	+11,0	-4,0	+1,0	+8,0	+4,0
НСР <sub>05</sub>	7,61	5,96	2,87	10,2	
<i>Содержание белка в зерне, %</i>					
Контроль	22,5	22,6	24,0	24,1	23,3
КМП	24,2	21,4	24,8	24,8	23,8
±	+1,7	-1,2	+0,8	+0,7	+0,5
НСР <sub>05</sub>	1,61	2,23	2,21	1,20	
<i>Урожайность, т/га</i>					
Контроль	6,1	3,9	1,4	1,4	3,2
КМП	6,4	3,9	1,4	1,6	3,3
±	+0,3	±0	±0	+0,2	+0,1
НСР <sub>05</sub>	0,25	0,25	0,14	0,06	

Микробиологический посев ризосферы гороха показал, что применение КМП влияет на количество микроорганизмов различных эколого-трофических групп чернозема южного мицелиарно-карбонатного (рис. 3).

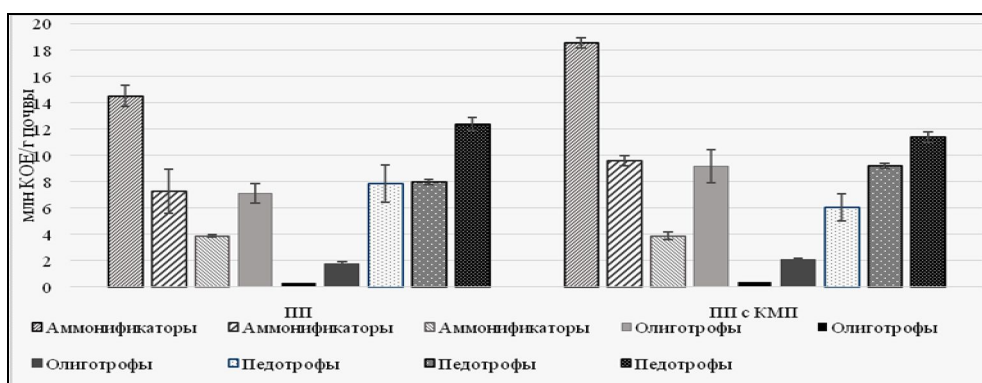


Рис. 3. Влияние КМП на численность микроорганизмов ризосферы (в среднем за 2017–2019 гг.): ПП – контроль; ПП с КМП – изучаемый вариант

Численность аммонификаторов, способных влиять на превращение азота в почве, увеличивалась в результате инокуляции микробными препаратами в среднем за три года на 30%. Количество олиготрофов, которые завершают разложение остатков свежего органического вещества, возрастало в среднем на 26% по сравнению с контролем. Среди численности автохтонной микробиоты, в состав которой входят педотрофы, выполняющие

важную функцию на этапе завершения минерализации органических веществ, наблюдалась тенденция к уменьшению в результате предпосевной инокуляции биопрепаратами. Таким образом, можно сделать вывод, что применение микробных препаратов способствует процессу накопления (синтеза) гумуса, который является важным критерием оценки плодородия почвы.

Минерализационная функция почвы обусловлена действием микробных ферментов. Ферменты группы оксидоредуктаз, в частности полифенолоксидазы, осуществляют процессы окисления с помощью кислорода воздуха, пероксидазы – за счет кислорода пероксида водорода, образующегося в почве в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Анализ данных ферментативной активности ризосферы гороха за период исследований (2017–2019 гг.) позволил установить повышение активности пероксидаз в среднем на 34% при прямом посеве с применением КМП по сравнению с контролем (табл. 4).

#### 4. Влияние КМП на ферментативную активность пероксидаз и полифенолоксидаз ризосферы гороха в фазе цветения

Вариант опыта	2017 г.	2018 г.	2019 г.	В среднем
<i>Активность пероксидаз, мкмоль 2-гваякола/100 г почвы</i>				
Контроль	4,82±0,00	2,37±0,04	3,40±0,04	3,53
КМП	5,50±0,05	2,99±0,08	5,71±0,00	4,73
<i>Активность полифенолоксидаз, мл КЮ<sub>2</sub>/100 г почвы</i>				
Контроль	3,91±0,91	0,85±0,20	0,98±0,12	1,91
КМП	2,94±0,56	2,38±0,00	2,38±0,22	2,56

Предпосевная инокуляция семян гороха способствовала повышению ферментативной активности полифенолоксидаз ризосферы гороха в сравнении с его контролем в 2018–2019 гг. в 2,8 и 2,4 раза, а в среднем за три года в 1,3 раз.

Увеличение активности ферментов может быть связано со способностью бактерий положительно влиять на активацию защитных механизмов растений, предотвращая его окислительное повреждение при неблагоприятных условиях. Применение КМП также способствовало повышению ферментативной активности при интенсивной потере влаги почвой в 2018 и 2019 гг. В среднем за три года проведения исследований в фазе цветения активность ферментов класса оксидоредуктаз на фоне применения КМП была выше по отношению к контролю.

Опыты по применению КМП при выращивании гороха посевного по прямому посеву будут продолжены, так как это часть исследования в многолетнем стационарном опыте, рассчитанном на 10 лет (две ротации севооборота).

**Заключение.** При применении инокуляции семян гороха посевного, в сравнении с химическими протравителями, на фоне прямого посева в необработанную почву, наблюдается тенденция (в среднем за 4 года) к увеличению биологической урожайности на 3,7 ц/га и улучшению качества продукции – содержание белка выросло на 0,5%. В 2016 и 2019 гг. бункерная урожайность была достоверно выше при применении КМП,

соответственно, на 0,3 (4,9%) и 0,2 (14,0%) т/га. В среднем за три года инокуляция способствовала прибавке урожайности 0,1 т/га. Применение инокуляции семян биологическим препаратом, как альтернатива химическим протравителям, имеет конкурентные преимущества, так как не происходит загрязнения пестицидами окружающей среды, а урожайность и качество продукции при этом не снижаются. Использование микробных препаратов способствует накоплению (синтезу) гумуса – важного критерия оценки плодородия почвы.

#### Литература

1. *Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим* (1986–2005 рр.): Довідкове видання // За ред. Прудка О. І., Адаменко Т. І. Симферополь: ЦГМ в АРК, 2011. – 344 с.
2. *Бабицкий Л.Ф., Соболевский, Куклина В.А.* Теоретические предпосылки бионическому обоснованию параметров рабочих органов пружинного выравнивателя почвы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2019. – №1. – С. 48–56.
3. *Волкогон В.В.* Методология і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / Волкогон В.В., Заришняк А.С., Гриник І.В. та ін. – К.: Аграрна наука, 2011. – 156 с.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 315 с.
5. *Драган Н.А.* Почвы Крыма. – Симферополь: СГУ, 1983. – 95 с.
6. *Мельничук Т.Н., Абдурашитов С.Ф., Андронов Е.Е. и др.* Изменение состава микробиома чернозема южного при влиянии систем земледелия и микробных препаратов // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2018. – № 4. – С. 76–87.
7. *Петербургский А.В.* Практикум по агрономической химии / Петербургский А.В. – М., 1968. – 496 с.
8. *Проблемы и перспективы инновационного развития сельских территорий Крыма* / Борисенко М.Н., Волкова Н.Е., Голубкина Н.А. и др. / Коллективная монография / Под редакцией В.С. Паштецкого. – Симферополь, 2019. – 252 с.
9. *Пташник О.П.* Результаты экологического изучения сортов гороха посевного зернового направления в условиях Степного Крыма // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2020. – №1. С. 10-15. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11148.
10. *Сычев В.Г., Шевцова Л.К., Мерзлая Г.Е.* Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почв // *Агрохимия*. – 2018. – №2. – С. 3–21.
11. *Турина Е.Л.* Значение сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) и обоснование актуальности исследований с ним в Центральной степи Крыма (обзор) // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2020. – №1. – С. 100–121.
12. *Турин Е.Н.* Преимущества и недостатки системы земледелия прямого посева в мире (обзор) // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2020. – №2. – С. 150–168.
13. *Fornari A.J., Caires E.F., Bini A.R., Haliski A., Tzaskos L., Joris H.A.W.* Nitrogen fertilization and potassium requirement for cereal crops under a continuous no-till system // *Pedosphere*. – 2020. – №6. – P. 747–758.
14. *Pashetskii V.S., Turin E.N., Izotov A.M., Abdurashytov S.F., Gongalo A.A., Zhenchenko K.G.* Effect of Pisum sativum L. seed treatment with the complex of microbiological preparation on the plants' growth and development under direct sowing // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – № 422. – P. 012–028.

#### RESULTS OF COMPLEX MICROBIAL PREPARATION APPLICATION ON PISUM SATIVUM L. UNDER NO-TILL IN THE CRIMEA

V.S. Pashtetskiy, L.A. Radchenko, E.N. Turin, K.G. Zhenchenko, A.A. Gongalo, E.R. Abdurashitova, A.Yu. Egovceva  
FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”, Kievskaya ul. 150, 295493 Simferopol, Russia, e-mail: priemnaya@niishk.ru

In the long-term stationary field experiment (part of the Geographic network of fertilizer experiments) on the southern mycelial-calcareous chernozem in the central steppe of the Crimea, we studied the effect of the complex microbial preparation (CMP) on such parameters of *Pisum sativum* as growth, development, yield and quality. All the surveys were carried out on the fields where a direct seeding was applied. The experiments were conducted in 2016-2019. There were 13.9 seeds per plant in the control variant and 15.1 in the variant with CMP treatment; the increase was 9%. Thus, the weight of grains increased from 39.9 g to 44.1 g or by 10.5%. The use of CMP contributed to the improvement of the biological yield (by 0.37 t/ha). In 2016, pea seed bacterization significantly increased the weight of 1,000 seeds. In subsequent years, it was at the same level as control. Inoculation with the biopreparation in 2016 contributed to the accumulation of higher protein content (by 1.7%) On average, for three years of research, the difference was 0.5% in favor of bacterization. The yield was 0.3 and 0.2 t/ha or 4.9 and 14.0% higher in the variant with CMP in 2016 and 2019 respectively. On average, for three years, inoculation contributed to an increase in yield by 0.1 t/ha.

Keywords: *Pisum sativum* L., direct seeding, no-till, tillage system, zero tillage, complex microbial preparation.