

УДК 631.58: 631.8

Сомова С.В.¹, старший научный сотрудник

Тулаев Ю.В.¹, заведующий лабораторией

Тулькубаева С.А.¹, кандидат сельскохозяйственных наук

Абуова А.Б.², доктор сельскохозяйственных наук РФ

¹ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», Костанайская область,

Костанайский район, с. Заречное, Республика Казахстан

²НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»,

г. Уральск, Республика Казахстан

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ТОО «ТРОЯНА»

Аннотация

Практика ведения сельского хозяйства в Казахстане доказала необходимость внедрения прогрессивных технологий, признанных и успешно применяемых во всем мире. Поэтому сегодня актуальна проблема реформирования аграрного комплекса страны, внедрения экономичных технологий, способствующих повышению плодородия почв и получению стабильных урожаев при минимальных затратах. Важнейший этап перехода к точному земледелию – это оценка пространственной неоднородности полей и расчет доз дифференцированного внесения удобрений. В 2019 г. учеными ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное» на полях ТОО «Трояна» (Костанайская область, Федоровский район, село Пешковка) проведены мероприятия по внедрению элементов точного земледелия. На опытном поле для оценки исходного состояния почвы по содержанию основных элементов минеральной пищи до посева определено содержание азота нитратного ($N-NO_3$), подвижного фосфора (P_2O_5), обменного калия (K_2O) и подвижной серы (S) в слое 0-30 см. В соответствии с данными картограммы распределения подвижных форм фосфора внедрена методика припосевного дифференцированного внесения удобрений. Кроме того, в условиях 2019 г. на полях ТОО «Трояна» произведены бинарные посевы: «пшеница + горох»; «пшеница + лён + горох»; «пшеница + лён». Урожайность основной культуры – пшеницы, выращенной при способе высева бинарных посевов, в составе с горохом составила 15,4 ц/га. Наиболее оптимальные показатели качества зерна пшеницы отмечены в бинарном посеве с горохом и льном: содержание белка составило 17,8%, клейковины – 38,4%.

Ключевые слова: точное земледелие, яровая пшеница, агрохимическое обследование почвы, внутривидовая вариативность плодородия, дифференцированное внесение удобрений, бинарный посев, урожайность, качество зерна.

Введение. Точное земледелие – это стратегия, которая использует детальную информацию для точного управления ресурсами, вложенными в производство сельскохозяйственной продукции. Она применяется в управлении конкретным участком в растениеводстве и в целом на сельскохозяйственном предприятии. Идея базируется на получении знаний характеристик почвы и урожая, уникальных для каждой части поля и в оптимизации вложений в небольшой его участок. Философия точного земледелия заключается в том, что производственные вложения (семена, удобрения, химикаты и др.) следует применять только по мере необходимости и на заданном участке.

Сельхозтоваропроизводители должны быть заинтересованы во внедрении технологий точного сельского хозяйства. Прецизионные методы ведения сельского хозяйства могут улучшить экономическую и экологическую устойчивость растениеводства. В современном сельском хозяйстве производители склонны обрабатывать каждое поле как единое целое, при этом они часто признают изменчивость на отдельных участках, но не управляют этими изменениями [1, 2].

В результате производители принимают управленческие решения при средних условиях, надеясь, что вложенных ресурсов будет достаточно для большей части поля. Для точности в сельском хозяйстве используются информационные технологии сегментации поля в более мелкие единицы и определение для каждой единицы индивидуальных характеристик.

При этом производители могут применять свои ресурсы в точном месте и в точном количестве, необходимом для максимальной прибыльности урожая [2, 3].

Дифференцированное внесение удобрений позволяет восполнить недостаток питательных веществ именно на тех участках поля, где это необходимо и при этом не повысить содержание элементов питания выше оптимальных значений на тех участках, где его находится в достаточном количестве. Применение этой технологии позволяет не только выровнять пестроту распределения элементов питания в границах одного поля, но и повысить урожайность сельскохозяйственных культур за счет создания оптимального режима питания [4, 5].

На сегодняшний день одним из способов остановки деградации почв и восстановления плодородия является система бинарных посевов (зерновых, пропашных и бобовых культур). Теоретическая основа бинарного посева такова. В отличие от монокультурных полей в природе не бывает отдельно растущих злаковых или бобовых – всё растёт в цинозе. Корневая система проникает на разную глубину, изменяется вынос элементов питания, характер поражения болезнями. Благодаря клубеньковым культурам бобовых растений можно фиксировать азот в почве, что снижает количество используемых удобрений на (25-30%), разная глубина прорастания корневой системы обеспечивает большее количество органических остатков, а значит и больше вещества, которое превратится в гумус. Также существенным плюсом является то, что периоды максимального поглощения питательных веществ из почвы у растений злакового и бобового компонентов не совпадают по времени. Это снижает их конкуренцию за элементы питания и способствует более полному использованию почвенного плодородия без его истощения [6].

У технологии бинарного посева, как и у любой другой технологии в земледелии, есть свои сложности: процесс выращивания в хозяйстве должен строго контролироваться, любое нарушение может свести на нет все усилия аграриев, много зависит от сортов растений, подбора гербицидов, чтобы немного сдерживать рост бобовых, давая «фору» зерновым. Необходимо уметь использовать средства защиты растений, чтобы сохранить и зерновую и бобовую культуру. Технология не получила широкого применения, но хозяйства, которые освоили бинарные посевы, получают прекрасные урожаи, к классической схеме уже не возвращаются. Одним из объяснений такого положения дел является консерватизм аграриев, сложности перестройки всей модели хозяйственной деятельности и риски с ней связанные [7].

Следует отметить, что исследование и разработка технологии бинарных посевов являются перспективными, а внедрение их в производство будет одной из эффективных мер по поддержанию плодородия почвы и повышения урожайности с.-х. культур с максимальным сокращением применения средств химизации.

Материалы и методы. Отбор почвенных образцов осуществляется с помощью мобильного пробоотборника, руководствуясь техническим заданием в системе координат, с использованием планшета или специального GPS-приёмника. Глубина отбора согласно методических указаний в условиях производства, как правило, составляет 20-30 см, однако поскольку установленные градации обеспеченности элементами питания привязаны к слоям 0-20 и 20-40 см, то и глубину агрохимического обследования стоит устанавливать на 0-20 см.

После отбора смешанных образцов с каждого элементарного участка пакеты с почвой сдаются в агрохимическую лабораторию для проведения соответствующих анализов.

Дифференцированное внесение удобрений производилось посевным комплексом Bourgault (Канада), который специально для этого был доукомплектован электрическим актуатором и НК «Агронавигатор-дозатор».

Результаты и обсуждение. В 2019 г. на полях ТОО «Трояна» (Костанайская область, Федоровский район, село Пешковка) проведены мероприятия по внедрению элементов точного земледелия – дифференцированное внесение удобрений под посев вики, яровой пшеницы и трёх комбинаций бинарных посевов («пшеница + горох»; «пшеница + лён + горох»; «пшеница + лён»).

На опытном поле для оценки исходного состояния почвы по содержанию основных элементов минеральной пищи до посева нами определено содержание азота нитратного (N-NO_3), подвижного фосфора (P_2O_5), обменного калия (K_2O) и подвижной серы (S) в слое 0-30 см (рисунки 1).

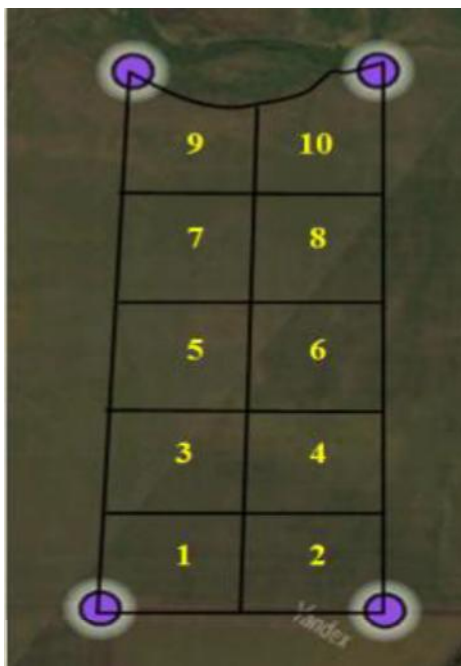


Рисунок 1 – Карта-схема отбора образцов с выделением элементарных участков площадью 10 га. Общая площадь обследуемого полигона под посев яровой пшеницы – 100 га

Результаты агрохимического обследования полей в ТОО «Трояна» за 2019 г. приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание основных элементов питания в слое почвы 0-30 см перед посевом, 2019 г.

Элементарный участок	Содержание, мг/кг почвы			
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	6,3	47	149	5,3
2	6,7	71	133	4,6
3	4,6	58	132	8,6
4	6,4	101	224	8,7
5	4,7	76	199	3,3
6	5,4	79	260	3,7
7	5,4	108	480	2,6
8	10,6	117	323	6,0
9	3,6	113	164	7,1
10	8,4	108	160	7,0
V	32,8	28,2	49,1	37,9

Если принять во внимание, что оптимальное содержание N-NO₃ не менее 10-15 мг/кг почвы, то по данным 2019 г. исследуемый участок, перед посевом имел низкую обеспеченность нитратами в слое 0-30 см (4,9-7,7 мг/кг почвы).

Анализируя содержание подвижного фосфора в почве, стоит отметить следующее – только 10% участков имели низкий уровень обеспеченности данным элементом (10 мг/кг почвы). На остальных участках отмечена средняя и повышенная степень обеспеченности фосфором.

Содержание обменного калия на всех участках характеризовалось как повышенное и высокое, т.е. нехватки по количеству данного элемента в почве не было.

Наиболее интересные данные были получены по содержанию подвижных соединений серы. 40% участков имели содержание от 3 до 5 мг/кг почвы, что соответствует низкой степени

обеспеченности. Остальные 60% исследуемого участка имели средний уровень обеспеченности.

Таким образом, в результате проделанной работы нами выделены несколько групп участков в зависимости от обеспеченности растений подвижным фосфором:

первая группа – низкое содержание подвижного фосфора, в неё вошел участок №1;

вторая группа – среднее содержание подвижного фосфора, участки № 2; №3; №5 и №6;

третья группа – высокое содержание подвижного фосфора, в неё вошли участки №4; №7; №8; №9 и №10.

Опираясь на данные агрохимического обследования, стоит сделать вывод, что для практического использования технологий дифференцированного применения удобрений необходимо точное определение особенностей внутрипольной вариабельности почвенного плодородия. На основании этого в дальнейшем появляется возможность построить схему минерального питания растений, лимитирующих продуктивность растения. Показано, что площадь внутрипольных участков с различным содержанием гумуса, подвижных форм фосфора, обменного калия и подвижных соединений серы имеют неоднородное распределение внутри одного поля.

В ТОО «Трояна» в соответствии с данными картограммы распределения подвижных форм фосфора по состоянию на 2019 г. была внедрена методика припосевного дифференцированного внесения удобрений.

Разработка карт-заданий дифференцированного внесения осуществлялась для азотно-фосфорного удобрения аммофос в его физическом весе под пшеницу при посеве в соответствии со следующей шкалой обеспеченности почв подвижным фосфором по Чирикову (таблица 2).

Таблица 2 – Дозы аммофоса для дифференцированного внесения на опытном поле ТОО «Трояна» в соответствии с их обеспеченностью подвижным фосфором

Степень обеспеченности почв подвижным фосфором по Чирикову, мг/кг	Доза аммофоса в физическом весе, кг/га
Очень низкая и низкая (< 50,00)	87
Средняя (50,01-100,00)	66
Повышенная, высокая и очень высокая (> 100,00)	44

С целью установления эффективности внесения удобрения на участках с разной степенью обеспеченности были установлены контрольные участки, на которых удобрения не вносились (рисунок 2).



Рисунок 2 – Создание карты-задания для дифференцированного внесения фосфорных удобрений в программе «Google Планета Земля» на примере полей ТОО «Трояна»

Отработана технология дифференцированного внесения удобрений с использованием навигационного комплекса «Агронавигатор-дозатор» в условиях ТОО «Трояна». Все работы по

калибровке комплекса и подготовке карт-заданий осуществлялись согласно инструкции «Дополнению к руководству пользователя НК «Агронавигатор плюс».

Кроме того, в условиях 2019 г. на полях ТОО «Трояна» произведены бинарные посевы: «пшеница + горох»; «пшеница + лён + горох»; «пшеница + лён». Определена структура урожая с.-х. культур, посеянных в данных комбинациях, определена их урожайность и качество зерна пшеницы в бинарных посевах.

Оценивая структурные показатели, стоит отметить высокую продуктивность пшеницы в посеве с горохом (таблица 3).

Таблица 3 – Элементы продуктивности растений, 2019 г.

Вариант	Густота стояния, шт./м ²	Вес зерна с одного растения, г	Масса 1000 зерен, г
Пшеница + горох	72,0	2,14	39,8
	22,7	1,04	137,2
Пшеница + лён	88,0	1,20	25,9
	48,0	0,60	5,7
Пшеница + горох + лён	57,3	1,10	32,6
	13,3	1,80	194,9
	64,0	0,70	6,3

В бинарном посеве «пшеница + горох» масса 1000 зерен пшеницы показала наилучший показатель среди всех бинарных посевов (39,8 г). При этом основной результат был получен в результате фактической уборки.

Учет урожайности с.-х. культур, возделываемых в бинарных посевах, проводился методом отбора сноповых проб (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность с.-х. культур, возделываемых в бинарных посевах, 2019 г.

Культура	Урожайность, ц/га
Пшеница + горох	15,4
	2,4
Пшеница + лён	10,6
	2,9
Пшеница + горох + лён	6,3
	2,4
	4,5

Рассматривая урожайность с.-х. культур, возделываемых на опытном участке в условиях 2019 г., стоит отметить следующее. Урожайность основной культуры – пшеницы, выращенной при способе высева бинарных посевов, в составе с горохом составила 15,4 ц/га, что выше урожайности гороха на 13,0 ц/га.

Вся продукция, полученная при различных посевах, была оценена по качеству (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели качества зерна пшеницы в бинарных посевах, 2019 г.

Вариант	Протеин, %	Клейковина, %	Натура зерна, г/л	Класс качества
Пшеница + горох	16,7	35,8	770	высший
Пшеница + лён	16,7	36,2	760	высший
Пшеница + горох + лён	17,8	38,4	771	высший

Оценивая содержание белка в зерне пшеницы, стоит отметить наиболее высокое его содержание в бинарном посеве с горохом и льном (17,8%). В этом же варианте посева и клейковина находилась на высоком уровне (38,4%).

Заключение. Таким образом, в 2019 г. в условиях ТОО «Трояна» проведены мероприятия по внедрению элементов точного земледелия – дифференцированное внесение минеральных удобрений под посев вики, яровой пшеницы и трёх комбинаций бинарных посевов. По результатам агрохимического обследования почвы в слое 0-30 см на опытных полях ТОО «Трояна» выявили низкую обеспеченность нитратами (4,9-7,7 мг/кг почвы);

среднюю и повышенную степень обеспеченности подвижным фосфором на 90% участков (10 мг/кг почвы); повышенное и высокое содержание обменного калия на всех участках; низкое содержание подвижных соединений серы – на 40% участков (3-5 мг/кг почвы), остальные 60% – средний уровень обеспеченности.

По результатам агрохимических исследований составлены технические задания для навигационного комплекса «Агронавигатор-дозатор». В соответствии с данными картограммы распределения подвижных форм фосфора по состоянию на 2019 г. внедрена методика припосевного дифференцированного внесения минеральных удобрений.

По структурным показателям среди бинарных посевов стоит отметить высокую продуктивность варианта «пшеница + горох» – масса 1000 зерен пшеницы на данном варианте составила 39,8 г. Урожайность основной культуры – пшеницы, выращенной при способе высева бинарных посевов, в составе с горохом составила 15,4 ц/га, что выше урожайности гороха на 13,0 ц/га. Вариант в бинарном посеве «пшеница + горох + лён» выделился по содержанию белка в зерне пшеницы (17,8%) и клейковине (38,4%).

Статья подготовлена в рамках программно-целевого финансирования МСХ РК на 2018-2020 годы по научно-технической программе «Трансферт и адаптация технологий по точному земледелию при производстве продукции растениеводства по принципу «демонстрационных хозяйств (полигонов)» в Костанайской области».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахов В.А., Ларина Т.Н., Заводчиков Н.Д. Разработка концепции мониторинга освоения технологии точного земледелия в системе управления сельскохозяйственным производством на региональном уровне // Экономика и предпринимательство. – 2017. – №9 (ч. 4). – С.880-886.
2. Петрова Г.В., Шахов В.А., Ларина Т.Н., Заводчиков Н.Д. Сбалансированная система показателей освоения технологии «точного земледелия»: от сельскохозяйственной организации до регионального управления развитием сельскохозяйственного производства // Экономика и предпринимательство. – 2017. – №10 (ч. 2). – С. 1066-1072.
3. Анишкин В.И., Марченко Н.М., Личман Г.И. Проблемы управления качеством механизированного процесса дифференциального применения удобрений // Автоматизация сельскохозяйственного производства: тезисы докл. между-нар. конф. – М., 1997. Т. 1.
4. Котельникова Е.А., Петров К.А. Устойчивое развитие зернопродуктового подкомплекса в условиях рискованного земледелия // Аграрный научный журнал. – 2011. – №1. – С.80-84.
5. Денисов К.Е., Петров К.А., Григорьев Н.С. Повышение экономической эффективности растениеводства на основе дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XXXIV междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2016. – №5(27), часть II. – С.72-76.
6. Зеленский Н.А., Луганцев Е.П., Авдеев А.П., Горбаченко О.Ф. Способ выращивания подсолнечника с многолетними травами. Патент на изобретение RUS №2320110. Заявка №2006119756/12 от 05.06.2006. Опубл. 27.03.2008.
7. Соляников А.В. Бинарный посев в аспекте предупреждения деградации почв в Ростовской области // Молодой ученый. – 2019. – №51. – С. 282-285.

ТҮЙІН

Қазақстанда ауыл шаруашылығын жүргізу тәжірибесі бүкіл әлемде танылған және табысты қолданылатын прогрессивті технологияларды енгізу қажеттілігін дәлелдеді. Сондықтан бүгінгі күні еліміздің аграрлық кешенін реформалау, топырақтың құнарлылығын арттыруға және аз шығынмен тұрақты өнім алуға ықпал ететін үнемді технологияларды енгізу мәселесі өзекті болып отыр. Нақты егіншілікке көшудің маңызды кезеңі – бұл алқаптардың кеңістіктік біртекті еместігін бағалау және тыңайтқыштардың сараланған енгізілуінің мөлшерін есептеу. 2019 жылы «Заречное» ауылшаруашылық тәжірибе станциясы» ЖШС ғалымдары «Трояна» ЖШС (Қостанай облысы, Федоров ауданы, Пешковка ауылы) егістіктерінде нақты егіншілік элементтерін енгізу бойынша іс-шаралар өткізді. Тәжірибелік алаңда себілгенге дейін минералдық тамақтың негізгі элементтерінің құрамы бойынша топырақтың бастапқы жай-

күйін бағалау үшін нитратты азоттың ($N-NO_3$), жылжымалы фосфордың (P_2O_5), алмасу калийінің (K_2O) және жылжымалы күкірттің (S) 0-30 см қабатындағы құрамы анықталды. Сонымен қатар, 2019 ж. жағдайында «Трояна» ЖШС егістігінде екілік егіс жүргізілді: бидай + бұршақ; бидай + зығыр + бұршақ; бидай + зығыр. Бидай астығы сапасының ең оңтайлы көрсеткіштері бұршақ және зығыр бар бинарлық егістікте белгіленді: ақуыз құрамы – 17,8%, дән желімшесі 38,4% құрады.

RESUME

The practice of agriculture in Kazakhstan has proved the need to introduce advanced technologies that are recognized and successfully applied throughout the world. Therefore, today the problem of reforming the agricultural complex of the country, the introduction of cost-effective technologies that help to increase soil fertility and obtain stable yields at minimal cost is urgent. The most important stage of the transition to precision agriculture is the assessment of spatial heterogeneity of fields and the calculation of doses of differentiated fertilization. In 2019, scientists of «Agricultural experimental station «Zarechnoye» LLP on the fields of «Troyana» LLP (Kostanay region, Fedorovsky district, Peshkovka village) carried out measures to introduce elements of precision agriculture. In the experimental field to evaluate the initial state of the soil content of major elements of mineral food before planting to determine the content of nitrate nitrogen ($N-NO_3$), phosphorus (P_2O_5), exchange potassium (K_2O) and mobile sulphur (S) in the layer 0-30 cm. In accordance with these cartograms of distribution of mobile forms of phosphorus introduced a differentiated pre-sowing fertilizer. In addition, in the conditions of 2019 the fields of «Troyana» LLP produced binary crops: wheat + peas; wheat + flax + peas; wheat + flax. The yield of the main crop-wheat grown using the method of seeding binary crops, in the composition with peas was 15.4 c/ha. The most optimal indicators of wheat grain quality were noted in the binary seeding with peas and flax: the protein content was 17.8%, gluten – 38.4%.

УДК 631.1: 633.111: 581.1: 631.559

Сулейменова М.Ш.¹, ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук

Бастаубаева Ш.О.¹, руководитель группы сахарной свеклы, кандидат сельскохозяйственных наук

Баймуратов А.К.², Ph.D докторант

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п. Алмалыбак, Карасайский район, Алматинская область, Республика Казахстан

²НАО «Казахский национальный аграрный университет», г. Алматы, Республика Казахстан

УПРАВЛЕНИЕ ПРОДУКЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Аннотация

Точное земледелие дает возможность управлять урожайностью сельскохозяйственных культур. Технология точного земледелия позволяет создавать более качественную структуру посевов, экономить расход семян на 10-15%, позволяет проводить агротехнические мероприятия не только днём, но и ночью, экономить расход минеральных удобрений и средств химической защиты на 15-20%. В данной статье изучены фотосинтетическая деятельность, для того чтобы определить продуктивности озимой пшеницы в системе точного земледелия. В результате исследований установлено, что наивысшая урожайность зерна была получена по новому сорту озимой пшеницы Гром порядка 79,40 ц/га, формированию которого способствовало развитие площади листового аппарата 1,49 до 2,66% ФАР и образующей до 178,78 ц/га сухой биомассы в процессе фотосинтетической деятельности и продуктивности посева. По мере улучшения пищевого режима почв, растения озимой пшеницы создавали более развитый фотосинтезирующий аппарат по всем изучаемым сортам: Алия – 57,57 тыс.м²/га, Матай – 53,77 тыс.м²/га, Безостая 100 – 58,88 тыс.м²/га, Гром – 63,45 тыс.м²/га. При внедрении в производство новых сортов необходимо выбирать сорта с наибольшей устойчивостью к неблагоприятным погодным-климатическим условиям и повышенной отзывчивостью уровня урожая на используемые в технологии агротехнические приемы.