

УДК 631.811.98:631.816.12:631.559:581.1:633.358

НЕКОРНЕВАЯ ПОДКОРМКА УДОБРЕНИЯМИ И ИХ СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ С ФИТОРЕГУЛЯТОРАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ГОРОХА

А.О. КОСИКОВ, аспирант, **Н.Е. НОВИКОВА**, доктор сельскохозяйственных наук
С.В. БОБКОВ*, **А.А. ЗЕЛЕНОВ***, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА
*ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В условиях полевого опыта изучено влияние некорневой подкормки гороха карбамидом и террафлексом в фазе формирования бобов, предпосевной и фолитарной обработки регуляторами роста эпин-экстра и циркон, а также совместного использования удобрений и фиторегуляторов на урожайность, накопление белка в семенах и адаптивные свойства растений. Установлено положительное действие некорневой подкормки на урожайность гороха, одинаковое при использовании карбамида и террафлекса. Повышение урожайности под влиянием карбамида достигалось без снижения содержания протеина в семенах, а террафлекс уменьшал этот показатель на 0,8%. Действие регуляторов роста в годы исследований не было стабильным. Подкормка карбамидом и фиторегуляторы положительно влияли на ферментативную систему защиты растений от окислительных повреждений. Активность пероксидазы в прилистниках наиболее значительно повышалась под влиянием карбамида, циркона и их сочетания; активность каталазы – при сочетании карбамида и изученных регуляторов роста.

Ключевые слова: некорневая подкормка, регуляторы роста, урожайность, сырой протеин, ферменты антиоксидантного действия, горох.

Горох посевной (*Pisum sativum L*) относится к бобовым культурам, прошедшим длительный период окультуривания и селекции. Это привело к изменению соотношения между симбиотрофным и автотрофным типами азотного питания в пользу автотрофного [1] причина которого, по мнению исследователей, связана с тем, что селекция новых сортов проводилась часто при достаточном или избыточном обеспечении почвы азотом. На этом фоне происходил отбор генотипов, активно усваивающих почвенный азот, то есть питающихся по энергетически менее затратному пути, а симбиотическая фиксация подавлялась.

Соотношение между типами азотного питания регулируется содержанием в почве доступного азота. Избыток его угнетает образование клубеньков и их нитрогеназную активность, поэтому внесение азотных удобрений в почву при выращивании бобовых культур признается во многих случаях экономически не выгодным. При этом считают, что некорневая подкормка, наряду с глубокой заделкой азотных удобрений ниже зоны нодуляции может служить альтернативным, не ухудшающим симбиотические свойства, приемом использования азотных удобрений при выращивании зернобобовых культур [2].

У современных сортов гороха период вегетации относительно короткий (65-75 суток), поэтому размеры накопления биомассы и питательных элементов у них ограничены. Основная часть азота и фосфора поступает в растения до начала налива семян и только 20-30% – в последующий период. Поэтому, во время налива семян растения интенсивных сортов максимально используют собственные внутренние резервы питательных веществ, накопленных в вегетативных органах в предшествующий период. В зависимости от погодных условий реутилизация может обеспечить от 55 до 100% азота и до 85% фосфора,

необходимого развивающимся семенам. Наиболее значителен вклад реутилизации в формирование урожая семян в засушливые годы, так как поступление питательных веществ в растения рано прекращается [3].

Исходя из этого, у гороха после цветения складываются напряженные донорно-акцепторные связи между вегетативными и репродуктивными органами для обеспечения развивающихся семян питательными веществами, и некорневая подкормка может быть эффективным приемом для улучшения условий формирования урожая. Она может также снижать риск значительных потерь урожайности в годы с ранними весенне-летними засухами, которые ухудшают как использование азота из почвы, так и процессы формирования бобово-ризобиальных структур.

Большая часть микроэлементов, а также сера, железо обладают слабой подвижностью в растениях и не могут использоваться в растениях повторно. Если приток этих элементов из почвы прекращается, то страдают молодые, вновь образующиеся органы, включая репродуктивные. Даже на почвах с достаточным содержанием микроэлементов растения могут испытывать голодание, поскольку многофакторные условия влияют на их подвижность и усвояемость. Недостаток микроэлементов негативно отражается на азотном, фосфорном, нуклеиновом обмене, нарушает синтез хлорофилла, угнетает репродуктивную функцию [4]. В результате снижается урожайность, ухудшается его качество.

При выращивании сельскохозяйственных культур все более широкое использование приобретают регуляторы роста различной химической природы. Они положительно влияют на урожайность, повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды. Механизм физиологического действия многих из них еще недостаточно раскрыт, а имеющиеся сведения по эффективности препаратов часто противоречивы. Важно учитывать, что стимуляция ростовых процессов возможна только при достаточной обеспеченности растений водой и питанием, в первую очередь азотным.

С использованием метода меченых изотопов установлено, что до 2/3 углерода поступает в семена гороха из листьев, прилистников и фотосинтезирующих частей плода того же узла при максимальном количественном вкладе листа. При подкормке после цветения в семена перемещалось 74% ^{15}N [5]. Это предопределяет возможную высокую эффективность некорневой подкормки для формирования урожая семян. В условиях засухи и других условий, ограничивающих поступление питательных веществ из почвы, эффективность некорневого удобрения выше. Это связано с поступлением необходимых питательных веществ непосредственно в листья и быстрым поглощением (например, 0,5-2 ч для азота; 10-24 ч для калия), а также с определенной автономностью этого процесса, независимостью от корневой деятельности и наличия влаги в почве [6]. Для сортов усатого морфотипа, отличающихся высокой технологичностью, но с уменьшенной ассимилирующей поверхностью листьев, ограничивающей потенциал биологической продуктивности [7], некорневая подкормка представляет большой интерес.

Цель исследований – изучить влияния некорневой подкормки гороха карбамидом и террафлексом в фазу образования бобов, предпосевной и фолиарной обработки семян регуляторами роста эпин-экстра и циркон, а также совместного применения удобрений и регуляторов роста на урожайность, накопление белка в семенах и адаптивные свойства растений.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2011 – 2013 гг. в условиях полевого опыта на экспериментальном поле ФГБНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур с сортом гороха усатого морфотипа Фараон.

Схема опыта: Схема опыта: 1 – контроль (без обработки); 2. Эпин-экстра: обработка семян и опрыскивание растений; 3. Циркон: обработка семян и опрыскивание растений; 4. Некорневая подкормка карбамидом; 5. Некорневая подкормка террафлексом; 6. Эпин-экстра+ карбамид; 7. Циркон + карбамид.

Циркон использовали в дозах, рекомендованных для гороха (40 мл/т и 10 мл/га). Эпин-экстра – в дозах, рекомендованных для зерновых культур (200 мл/т и 50 мл/га), так как в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов отсутствуют регламенты применения эпина-экстра на горохе. Регуляторами роста обрабатывали семена перед посевом полусухим способом, а растения – в фазе 5-6-ти листьев. Действующее вещество регулятора роста циркон – смесь гидроксикоричных кислот (0,1 г/л), эпина-экстра – 24-эпибрасинолид (0,025 г/л).

Для некорневой подкормки удобрениями использовали карбамид (доза 45 кг/га, 15%-ный раствор) и террафлекс марки 17-17-17 (3 кг/га). Подкормку проводили в период образования плодов на растениях. Карбамид содержит 46% азота в легкоусвояемой растениями амидной форме, считается лучшим азотным удобрением для некорневой подкормки растений, поскольку не обжигает листья даже в повышенных концентрациях. Террафлекс – комплексное водорастворимое удобрение. Кроме азота, фосфора и калия (с содержанием каждого элемента по 17%), содержит Mg, SO₃, Fe, B, Mo, Mn, Cu, Zn. Азот находится в амидной форме. Железо, марганец, медь, цинк – в хелатной форме. Обработки растений растворами удобрений и регуляторов роста проводили с помощью ранцевого опрыскивателя. Норма расхода рабочего раствора – 300 л/га.

Почва опытного участка темно-серая лесная, средней окультуренности, содержание гумуса по Тюрину – 4,89 %, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) 170 и 135 мг/кг соответственно, рН_{KCl} – 5,3. Площадь делянки 10...12 м². Повторность опыта 4-х кратная. Размещение вариантов рендомизированное. Посев производили селекционной сеялкой СКС-6-10 в период с 28 апреля по 4 мая. Вегетационный период составил 58-62 дня. Норма высева семян – 1,2 млн. шт./га. Технология выращивания – принятая в Центрально-Черноземном регионе. Предшественник – озимая пшеница. Уборку проводили однофазным способом комбайном САМПО-130. Учет урожая – после очистки зерна и пересчета на стандартную 15%-ную влажность. Содержание белка в семенах определяли микрометодом Кьельдаля на автоматической системе UDK-152 после сжигания проб на дигесторе с программированным нагревом DK-6 фирмы Velp Scientifica (Италия). В прилистниках первого продуктивного узла определяли активность каталазы перманганатометрическим методом [8], пероксидазы – по окислению бензидина [9]. Экспериментальные данные обработаны статистическими методами с использованием программы MS Excel 2003.

Результаты исследований и их обсуждение

Формирование урожайности и качество семян гороха зависели в разной степени от состава удобрения, фиторегуляторов и погодных условий в годы проведения исследований. Некорневая подкормка растений в фазе формирования бобов карбамидом и террафлексом существенно повышала урожайность и была эффективной во все годы исследования. Среднее увеличение урожайности составило 0,38 т/га при использовании карбамида и 0,37 т/га при использовании террафлекса, то есть было одинаковым (табл. 1).

Влияние на урожайность регуляторов роста эпин-экстра и циркон было значительно более низким, и наблюдалась не во все годы. В среднем за три года исследований повышение урожайности под влиянием предпосевной обработки семян и опрыскивания растений эпином-экстра составило 0,19 т/га, а под влиянием циркона – 0,21 т/га. Повышение урожайности в вариантах комбинирования подкормки карбамидом с применением фиторегуляторов было обусловлено, очевидно, в большей степени влиянием подкормки, так как увеличения урожайности при совместном использовании удобрений и регуляторов роста по сравнению с одной подкормкой карбамидом не отмечено.

Большое влияние на урожайность гороха оказывали погодные условия. В 2013 году его вегетация проходила при остром недостатке осадков в первой и второй декадах мая и июня и аномально высокой температуре воздуха. Затяжные дожди в конце июня привели к распространению на посевах мучнистой росы. Урожайность сформировалась в 1,4-1,6 раза ниже, чем в таких же вариантах в 2011 и 2012 годах. Однако положительный эффект подкормки сохранялся и в 2013 году.

Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность гороха, т/га

Вариант	Годы			Среднее	Прибавка к контролю (среднее)
	2011	2012	2013		
Контроль (без обработки)	2,48	2,12	1,58	2,06	-
Эпин-экстра	2,58	2,54	1,63	2,25	0,19
Циркон	2,88	2,29	1,63	2,27	0,21
Террафлекс	2,86	2,62	1,82	2,43	0,37
Карбамид	2,88	2,48	1,95	2,44	0,38
Эпин-экстра + карбамид	2,64	2,58	1,82	2,35	0,29
Циркон + карбамид	2,86	2,72	1,79	2,46	0,40
НСР ₀₅	0,32	0,29	0,24		

Повышение урожайности гороха было обусловлено улучшением показателей структуры урожая. Самые высокие значения сухой массы растений, числа бобов и семян на растении получены в варианте некорневой подкормки карбамидом и при совместном использовании карбамида и циркона (табл. 2). Крупность семян (масса 1000 шт.) увеличилась наиболее значительно под влиянием циркона (на 15 г) и при совместном его использовании с подкормкой карбамидом (на 22 г).

Таблица 2

Структура урожайности гороха (среднее за 2011-2012 гг.)

Вариант	Масса растения, г.	Длина стебля, см.	Число продуктивных узлов, шт/раст.	Число бобов, шт/раст.	Число семян, шт/раст.	Масса семян, г/раст.	Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г.	Индекс урожайности, %
Контроль	8,4	47,2	2,1	4,2	16,8	4,0	4,0	239	47,9
Эпин-экстра	8,7	48,4	2,1	4,7	17,5	4,3	3,8	241	48,9
Циркон	8,5	50,3	2,1	4,5	16,5	4,2	3,8	254	49,4
Террафлекс	8,8	48,8	2,2	4,5	17,1	4,6	3,8	239	52,1
Карбамид	9,1	49,8	2,2	5,0	18,7	4,6	3,8	245	50,8
Эпин-экстра + карбамид	8,4	48,6	2,2	4,6	17,9	4,2	4,0	235	49,4
Циркон + карбамид	9,5	48,2	2,2	4,8	18,3	4,8	3,9	261	50,4

Удобрения и регуляторы роста оказывали неодинаковое действие на накопление сырого протеина (табл. 3). В целом, между урожайностью и содержанием протеина в семенах связь отрицательная. Коэффициент корреляции составил – 0,727 в среднем за три года. При этом важно, что увеличение урожайности под влиянием некорневой подкормки карбамидом не приводило к снижению белковости семян, а сопровождалось сохранением содержания протеина в них на уровне контроля. Подкормка террафлексом, которая увеличила урожайность так же, как и подкормка карбамидом, снижала содержание сырого протеина на 0,8% по сравнению с контролем. Очевидно, увеличение урожайности при использовании террафлекса, не обеспечивалось необходимым количеством азота из-за низкого его содержания в удобрении и небольшой дозы.

По сравнению с зерновыми культурами, у которых основным эффектом от поздней некорневой подкормки азотом является увеличение накопления белка в зерне, отсутствие влияния этого приема на накопление белка в семенах гороха обусловлено, по-видимому, характерным для бобовых культур продолжающимся в период плодообразования вегетативным ростом. На образование новых вегетативных органов отвлекается значительная часть веществ, поступающих с подкормкой. Второй причиной, очевидно, является эффект «разбавления» азота в результате увеличения массы семян на растении.

Сбор белка с единицы площади в опытных вариантах был выше, чем на контроле, на 39-81 кг/га, или на 8-16%, благодаря росту урожайности (табл. 3). Максимальную белковую продуктивность обеспечивала некорневая подкормка гороха карбамидом и комбинирование подкормки с регулятором роста циркон.

Таблица 3

Влияние удобрений и регуляторов роста на накопление сырого протеина в семенах (среднее за 2011-2013 гг.)

Вариант	Содержание сырого протеина, %	Сбор с 1 га, кг	Прибавка, кг
Контроль (без обработки)	24,4	499	-
Эпин-экстра	24,2	538	39
Циркон	24,0	535	36
Террафлекс	23,6	568	69
Карбамид	24,1	580	81
Эпин-экстра + карбамид	24,2	561	62
Циркон + карбамид	24,1	576	77

Оказывая положительное влияние на формирование урожайности в целом, удобрения и регуляторы роста повышали способность растений противостоять действию неблагоприятных условий внешней среды, которые способны вызывать у растений оксидативный стресс. Устойчивость растений к окислительным повреждениям определяется в значительной мере способностью клеток реагировать на неблагоприятную ситуацию увеличением активности ферментов антиоксидантного действия, которые нейтрализуют перекиси и другие агрессивные формы кислорода, накапливающиеся в этих условиях в избыточных количествах и способные приводить к необратимым нарушениям в клетках.

Удобрения и фиторегуляторы увеличивали активность в прилистниках ферментов каталазы и пероксидазы, которые разлагают перекиси и являются элементами неспецифических механизмов устойчивости растений к стрессовым условиям среды (табл. 4).

Таблица 4

Влияние фиторегуляторов и удобрений на активность ферментов антиоксидантной защиты (фаза плоского боба)

Вариант	Пероксидаза, изменение оптической плотности/г сырой массы × мин	Каталаза, мкмоль Н ₂ О ₂ /г сырой массы × мин
Контроль	1778±107	2098±85
Эпин-экстра	1849±119	2190±21
Циркон	2077±109	2200±35
Террафлекс	1642±60	2200±29
Карбамид	*2627±161	2173±18
Эпин-экстра+карбамид	*2871±183	*2451±88
Циркон+карбамид	*2417±153	*2576±53

*Различия с контрольным вариантом существенны при $p < 0,05$

Подкормка карбамидом существенно повышала активность пероксидазы (на 48% к контролю). Максимальный эффект достигался при сочетании некорневой подкормки с регуляторами роста. В наибольшей мере активность этого фермента увеличивалась при совместном использовании карбамида и эпина-экстра – на 61% по сравнению с контролем. Активность каталазы также была самой высокой при сочетании регуляторов роста эпина-экстра и циркон с подкормкой карбамидом – (на 17-23%).

Положительное влияние некорневой подкормки на антиоксидантную систему растений установлено также на яровой пшенице [10]. По данным О.Г.Полесской и др. питание растений азотом в аммонийной форме, в отличие от нитратной, увеличивало устойчивость к окислительному стрессу благодаря существенному повышению активности аскорбатпероксидазы и глутатионредуктазы [11]. В нашем опыте положительное действие карбамида на антиоксидантную систему растений гороха, возможно, имеет подобную природу, так как в тканях растений карбамид разлагается до аммиака, который затем включается в реакции азотного обмена.

Заключение

Некорневая подкормка гороха удобрениями в фазе формирования бобов является физиологически обоснованным мероприятием в технологии выращивания этой культуры. Основанием является необходимость улучшения обеспеченности растений элементами питания, в том числе азотом, во второй половине вегетации, когда симбиотическая фиксация азота падает, растения используют элементы питания из листьев путем реутилизации, обедняя их и ускоряя процесс старения. Подкормки карбамидом, комплексным удобрением террафлекс одинаково эффективны в повышении урожайности гороха, но использование карбамида позволяет увеличивать урожайность без снижения содержания белка в семенах, в то время как рост урожайности под влиянием террафлекса сопровождается снижением белковости семян из-за низкого содержания азота в составе удобрения и небольшой дозы. Действие регуляторов роста эпина-экстра и циркон на урожайность гороха не было стабильным в годы исследований и по эффективности существенно уступало некорневой подкормке. Карбамид и фиторегуляторы положительно влияли на ферментативную систему защиты растений от окислительных повреждений. Это выражалось в существенном увеличении активности пероксидазы в прилистниках под влиянием карбамида, циркона и их сочетания; активности каталазы – при сочетании карбамида и регуляторов роста.

Литература

1. Проворов Н.А. Повышение эффективности симбиотической фиксации азота растениями: молекулярно-генетические подходы и эволюционные модели // Физиология растений. – 2013. – Т.60. – № 1. – С. 31-37.
2. Персикова Т.Ф., Цыганов А.Р., Вильдфлуш И.Р. Биологический азот в земледелии Беларуси. – Мн.: Бел. изд. Тов-во «Хата», – 2003. – 183 с.
3. Новикова Н.Е., Лаханов А.П., Гаврикова А.А., Трошина К.А. Роль накопления и реутилизации элементов питания в формировании семенной продуктивности сортов гороха // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – Т. 21. – № 5. – С. 46-49
4. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. – СПб.: Изд-во СПб ун-та. – 2011. – 318 с.
5. Pate J.S., Flinn A.M. Fruit and seed development // In: The physiology of the garden pea. Edited by J.E. Sutcliffe, J.S. Pate. – London and New York: Academic Press, – 1977.
6. Hu Y., Burcus Z., Schmidhalter U. Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. // Soil Science Plant Nutrition. – 2008. – Vol. 54. – P. 133-141.
7. Новикова Н.Е., Лаханов А.П. Особенности формирования биомассы и семенной продуктивности у сортов гороха с усатым типом листа // Доклады РАСХН. – 1977. – № 5. – С.11-13.
8. Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. – М.: Просвещение, – 1975. – 317 с.
9. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1976. – 255 с.
10. Шупинская И.А., Самсонова Н.Е. Влияние некорневых подкормок и высококремнистого цеолита на урожайность яровой пшеницы и компоненты антиоксидантной системы защиты растений // Сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Фундаментальные основы современных аграрных технологий и техники». Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2015. – С. 174-177.
11. Полесская О.Г., Каширина Е.И., Алехина Н.Д. Влияние солевого стресса на антиоксидантную систему растений в зависимости от азотного питания // Физиология растений. – 2006. – Т. 53. – № 2. – С. 207-214.

PEA FOLIAR NUTRITION IN COMBINATION WITH GROWTH REGULATORS FOR INCREASE OF YIELD AND ADAPTIVE PROPERTIES

A.O. Kosikov, N.E. Novikova, S.V. Bobkov*, A.A. Zelenov*

FGBOU HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN»

*FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *Influence of plant foliar nutrition with urea and terraflex (NPK with addition of Mg, SO₃, Fe, B, Mo, Mn, Cu, Zn) at the period of pea pod formation, pre-sowing and foliar treatment with growth regulators epin-extra (epibrassinolide), and zircon (mix of hydroxycinnamic acids) as well as the joint use of fertilizers and growth regulators on yield, protein accumulation in the seeds and adaptive properties of the plants were studied in the field experiment. Positive effect of foliar nutrition on the yield with use of both urea and terraflex was revealed. Fertilization with urea led to increase of productivity without reducing protein content in the seeds, but terraflex resulted in drop of protein content on 0,8%. Influence of growth regulators on yield was not stable at various years. Combination of urea and growth regulators activated enzymatic system of plant protection from oxidative damage. Activity of peroxidase was significantly increased after treatment of plants with urea alone and in combination with zircon. Joint treatment of plants with urea and growth regulators epin-extra and zircon promoted significant increase of catalase activity.*

Keywords: foliar feeding, growth regulators, yield, protein content, adaptation, peas.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11066

УДК 633.351.524.8

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, МИКРОУДОБРЕНИЙ И
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТАМИ
ГОРОХА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЧВЫ И
УДОБРЕНИЙ**

М.Т. ГОЛОПЯТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье изложены результаты исследований 2014-2016 гг. по изучению влияния минеральных удобрений, обработки семян перед посевом раствором гумата натрия и комплексного микроудобрения аквамикс, содержащего в хелатной форме элементы на тёмно-серых лесных среднесуглинистых почвах на особенности использования питательных элементов почвы и минеральных удобрений сортами гороха нового поколения, различающимися по архитектонике листового аппарата – листочковые, безлисточковые, с ярусной гетерофиллией – хамелеоны. Исследованиями установлено, что сорта и линии гороха, различающиеся по архитектонике листового аппарата, проявляют существенные генотипические различия в отношении минерального питания, накопления, транслокации в зерно и продуктивности использования питательных элементов почвы и удобрений. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы при разработке системы применения удобрений под эти сорта гороха на тёмно-серых лесных среднесуглинистых почвах, что позволит наиболее полно раскрыть биологический потенциал культуры и стабилизировать высокий уровень продуктивности.

Ключевые слова: сорт, горох, почва, минеральные удобрения, микроэлементы, вынос питательных веществ, урожайность.

Внедрение новых сортов в производство должно сопровождаться совершенствованием технологии возделывания, при которой в полной мере проявляются потенциальные возможности сорта, заложенные в их наследственных свойствах. Технологии должны быть