

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВПО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Агрономический факультет
Кафедра общего и орошаемого земледелия

**ОСНОВЫ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ
СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Методические указания
к лабораторным и практическим занятиям
для магистрантов направления «Агрономия»

Краснодар
КубГАУ
2016

Составители : В. П. Василько, А. М. Кравцов, А. В. Сисо, С. А. Макаренко

Основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия: метод. указания к лабораторным и практическим занятиям / сост. В. П. Василько, А. М. Кравцов, А. В. Сисо, С. А. Макаренко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 66 с.

В методических указаниях изложены теоретические вопросы и практические указания для выполнения лабораторно-практических работ по проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия в различных зонах Кубани.

Предназначены для магистрантов по направлению подготовки «Агрономия».

Методические указания рассмотрены и одобрены методической комиссией агрономического факультета Кубанского госагроуниверситета, протокол № 5 от 25.01.2016 г.

Председатель методической
комиссии

В. П. Василько

© Василько В. П., Кравцов А. М.,
Сисо А. В., Макаренко С. А.,
сост., 2016

© ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный аграрный
университет», 2016

ВВЕДЕНИЕ

Под системой земледелия следует понимать комплекс агротехнических приемов направленных на единую цель – сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почв сельскохозяйственного направления. Отдельные агроприемы следует рассматривать как подсистемы единого целого (системы) связанные между собой решением основной задачи. Из этого следует, что не всякий набор агроприемов может быть назван системой земледелия. Системы земледелия исторически были связаны с развитием общественных формаций и подразделялись на экстенсивные и интенсивные. К экстенсивным относятся те системы, при которых восстановление главного фактора – плодородия почвы осуществлялось без вмешательства человека с помощью природы: подсечно-огневая, лесопольная, залежная, переложная. На смену им пришли системы, при которых воздействие человека на восстановление плодородия сельхозугодий увеличилось и стало практически основным. Так возникли интенсивные системы: плодосменная, промышленно-заводская. Для повышения плодородия используются минеральные и органические удобрения, химические мелиоранты, химические и биологические средства защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, осушение, орошение и т. д. Однако эти системы не выдержали проверку временем и не решили основной задачи сохранения плодородия пахотных земель. Продолжается рост затрат прежде всего невозполнимой энергии на единицу продукции. Начали нарастать деградационные процессы в почве, т. е. ускоренными темпами идет химическая, физическая, биологическая деградация почвенного покрова особенно в зонах распространения черноземов. Нарастают темпы ветровой и водной эрозии, нарушается среда обитания человека. В настоящее время развитие систем земледелия во всем мире связывается с био и адаптивно-ландшафтным направлением, которое должно обеспечить сохранение среды обитания и повышение качества

жизни человека. По мнению профессора Сафонова А. Ф. профессора Гатадлена А. М. и др. под современными адаптивно-ландшафтными системами земледелия понимают высокоразвитое, интенсивное, продуктивное, устойчивое, экологически безопасное и экономически эффективное производство высококачественной продукции при рациональном использовании земли. Эта система полностью ориентирована на агроландшафты, так как, по мнению В. В. Докучаева почва важный компонент его сохранения является «зеркалом агроландшафта» и требует индивидуального подхода к системам земледелия в них. Именно агроландшафт определяет подбор культур, севообороты, систему обработки почвы, систему удобрений, семян, систему защиты и т. д. Изучению подходов и основ адаптивно-ландшафтной системы земледелия и направлена данная дисциплина.

1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЧВООХРАННЫХ СЕВООБОРОТОВ В РАЗНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ И ИХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

1.1 Агроэкономическое и агроэкологическое обоснование структуры посевных площадей

Главной подсистемой системы земледелия в решении производственно-экономической и экологической задач является структура посевных площадей т. е. подбор культур для агроландшафтов. Она должна быть хорошо адаптирована в рамках экологической устойчивости агроландшафта. Структура посевных площадей – это соотношение их площадей между собой. Структура посева решает ряд важных задач: интенсификации производства, перспективу развития, но главная из них это возможность сохранения плодородия почвы. Она является основой построения севооборотов тесно связанна с другими звеньями системы земледелия. При разработке структуры посевных площадей учитываются: природно-географические условия, т. е. агроландшафт, длительность засушливых и влажных периодов, характеристика зимы, длительность низких температур, гидрологические условия и т.д. Организационно-экономические условия базируются на концентрации и специализации производства, развития животноводства и т. д. Учитываются социально-демографические условия: численность населения, обеспеченность рабочей силой. Структура посевных площадей должна учитывать особенности и технологических процессов при возделывании культур в том или ином агроландшафте в соответствии с современными технологиями и новейшими научными разработками.

Система земледелия как организационно-экономическая категория и основа земледелия предопределяет решение двух задач: сохранение плодородия почвы и повышение продуктивности пашни. Решение задачи и достижение поставленной

цели возможно лишь на основе перспективной структуры посевных площадей, хорошо адаптированной к агроландшафту и природно-экономическим условиям. Ее разрабатывают на перспективу с учетом планирования производства основных видов растениеводческой продукции.

В условиях рыночных отношений структура посевных площадей во многом зависит от конъюнктуры рынка. Экономическая стабильность и конкурентно способность хозяйства во многом зависит от того, насколько определены основные направления специализации и, тесно связанная с ней, структура посевных площадей. Специализация хозяйства определяет главную отрасль и культуру, которой отводится наибольший удельный вес в производстве. Дополнительные отрасли обеспечивают наиболее полное, рациональное использование ресурсов, рабочей силы, техники в течение всего года. Чаще всего в стабилизации хозяйства этого удастся добиться при оптимальном сочетании растениеводческой и животноводческой отраслей. При агрономическом обосновании структуры посевных площадей большое значение имеет устойчивость агроландшафта, сохранение плодородия пашни для снижения экономических затрат на производство продукции в перспективе. Завершающим этапом оптимизации структуры посевных площадей является ее агроэкологическое обоснование. На данном этапе, определяющим является адаптивность возделываемых культур к местным условиям: климату, рельефу, почве и т. д. Сельскохозяйственные культуры могут реализовывать биологический потенциал только в условиях, где для них имеется: необходимая сумма активных температур; достаточная степень увлажнения, соответствующая требованиям; пищевой режим и т. д. Все факторы жизни растения имеют оптимальные значения для различных культур, и урожайность будет снижаться пропорционально отклонению от оптимума. Отклонение условий возделывания культур от оптимума имеет агрономическое значение в реализации их потенциала и ответной реакцией растений является – экологический стресс.

Научная структура посевных площадей основывается на результатах адаптивного растениеводства и позволяет с помощью адаптации к стрессовым ситуациям в конкретном агроландшафте способствовать получению максимально возможной продуктивности возделываемых культур.

Структура посевных площадей является основополагающим фактором стабилизации агроландшафта и повышения коэффициента его устойчивости. С другой стороны при формировании структуры посевов решаются экономические вопросы, обеспечивающие конкурентоспособность получаемой продукции. Она адаптируется к агроландшафтам в различных климатических условиях и соотношение культур направлено на сохранение и повышение плодородия почвы. Решение поставленных задач заключается в рациональном использовании угодий и оптимизации их соотношения. Устойчивость агроландшафта и экологической ситуации зависит от распаханности территории.

Учеными Кубани Тюриным В. М., Жуковым В. Д., Ачкановым А. Я., Василько В. П. дана оценка существующей структуры основных агроландшафтов и их оптимизационные модели (таблица 1).

Таблица 1 – Существующая структура основных агроландшафтов и их оптимизационные модели

Название агроландшафта	Доля, в % от общей площади					Доля, в % от площади с.-х. угодий			
	с.-х. угодий	селитебные зоны	лесной фонд	водный фонд	охраняемые территории	пашня	кормовые угодья	многолет-ние насаж-дения	полезаци-ные лесо-насаждения
Ксерофитно-степной полеводческий существующий	86,4	13,0	0,6	–	–	94,0	2,1	0,7	3,2
То же, оптимизированная модель	80–75	14–19	4,5	1,0	2,5	85–78	10–15	1–2	4–5
Степной равнинный полеводческий существующий	77,8	19,5	1,4	1,3	–	94,0	1,5	0,9	3,5
То же, оптимизированная модель	75–70	19,5–24,5	3,5	1,5	2,5	85,5–82,0	10–12	1,0–2,0	3,5–4,0
Низменно-западинный существующий	76,0	21,0	0,6	2,3	0,1	86,0	10,9	2,8	2,5
То же, оптимизированная модель	70–65	21,0–24,0	4–5	4-5	4,0	76–73	12–15	8,0	3,5–4,0
Предгорный лесостепной полеводческий существующий	73,1	13,6	12,1	0,2	1,0	54,5	42,5	0,4	2,6
То же, оптимизированная модель	65–75	12–16	12–15	1–2	2,0	40–60	30–39	5–15	5–6

За счет снижения распаханности территории в агроландшафтах для их устойчивости предлагается увеличить площади полей защитных противоэрозионных и противодефляционных лесных и кустарниковых насаждений, выделить водоохранные зоны, участки необходимые для охраны животного и растительного фонда. Необходимо увеличить долю естественных кормовых угодий на малопригодных землях или подверженных неуправляемым деградационным процессам.

Эффект совершенствования агроландшафтов закрепляется оптимизированной структурой посевных площадей и разработанными почвоохранными севооборотами.

Фактическая посевная площадь по агроклиматическим зонам Краснодарского края приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика площади посева сельскохозяйственных культур по почвенно-климатическим зонам Краснодарского края

Почвенно-климатическая зона	Площадь, га			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Краснодарский край в том числе:	3634437	3620953	3600169	3657130
Северная зона	1495098	1495943	1484120	1501245
Центральная зона	1304788	1295675	1304420	1308504
Южно предгорная зона	463991	465413	454329	471546
Западная зона	308611	306495	307194	319950

Анализ табличного материала за последние годы убедительно свидетельствует об увеличении доли посевных площадей во всех зонах края, что тесно увязывается с продолжаю-

щейся дестабилизацией агроландшафтов, снижением плодородия пахотных земель, углублением деградационных процессов и т. д. В структуре посевов в северной, центральной и западных зонах увеличилась доля озимых колосовых культур, а в южно-предгорной, где нарастает угроза водной эрозии и гидроморфизма доля пропашных культур, что является недопустимым для данного агроландшафта. В структуре посевов резко снизилась доля фитомелиорантов и прежде всего многолетних бобовых трав и составляет вне зависимости от зоны и агроландшафта 4,3–8,7 % (таблица 3).

Существующая в крае структура посевных площадей обосновывается экономической целесообразностью в рыночных отношениях, но не выдерживает никакой критики с точки зрения агрономических требований и адаптации к конкретным почвенным условиям и агроландшафтам. При дальнейшем использовании данная структура посевов приведет к углублению деградационных процессов проходящих в пахотных землях и дестабилизации продуктивности пашни при нарастающих затратах на производство продукции. В этой связи, возникает необходимость пересмотра структуры посевов в различных зонах края применительно к агроландшафтам и ее оптимизации к условиям почвенного плодородия и стабилизации сельскохозяйственного производства.

Оптимизированная структура посевных площадей при освоении научно-обоснованных севооборотов для различных агроландшафтов и почвенно-климатических зон края представлена в таблицах 4–7.

При оптимизации структуры посевных площадей увеличена доля многолетних бобовых трав, за счет некоторого снижения площадей занятых подсолнечником, кукурузой и оптимизирована площадь колосовых культур. Площадь основной зерновой культуры – озимой пшеницы существенно не изменяется.

Таблица 3 – Фактическая структура посевных площадей сельскохозяйственных культур в агроклиматических зонах Краснодарского края на 2014 г.

Группа культур, культура	Агроклиматическая зона							
	Северная		Центральная		Южно-предгорная		Западная	
	га	%	га	%	га	%	га	%
Пашня, тыс. га	1501245	100	1308504	100	471546	100	319950	100
Зерновые и зернобобовые культуры, всего	1029017	68,5	851795	65,1	269065	57,1	212484	66,4
в том числе:								
озимая пшеница	646387	43,0	522116	40,0	121970	26,0	78798	25,0
озимый ячмень	40932	2,7	71255	5,4	21320	4,5	7400	2,3
яровая пшеница	1100	0,1	3256	0,2	236	0,1	4	0,0
яровой ячмень	50365	3,4	4943	0,4	1973	0,4	334	0,1
овес	3514	0,2	2906	0,2	4802	1,0	1672	0,5
кукуруза	269468	17,9	233895	17,9	94818	20,1	19852	6,2
рис	0	0,0	360	0,0	21899	4,6	102920	32,2
зернобобовые культуры	14754	1,0	11208	0,9	522	0,1	1370	0,4
Технические культуры, всего	316670	21,1	283232	21,6	112338	23,8	63760	19,9
в том числе:								
сахарная свекла	59143	3,9	59979	4,6	10301	2,2	469	0,1
подсолнечник	229798	15,3	147086	11,2	45577	9,7	22243	7,0
soя	8442	0,6	65573	5,0	44987	9,5	34054	10,6
озимый рапс	13409	0,9	8507	0,7	10189	2,2	5969	1,9
Овощи открытого грунта	13412	0,9	25688	2,0	10738	2,3	7606	2,4
Картофель	12179	0,8	19621	1,5	14954	3,2	5537	1,7
Кормовые культуры, всего	127480	8,5	124598	9,5	63237	13,4	30103	9,4
в том числе многолетние травы	64801	4,3	57608	4,4	41024	8,7	18048	5,6

Таблица 4 – Оптимизированная структура посевных площадей на основе почвоохранных севооборотов для равнинного агроландшафта северной зоны, %

Культура	Севооборот				
	№ 1	№2	№ 3	№ 4	среднее
Зерновые и зернобобовые, всего	58,4	71,4	70	87,5	71,8
в том числе:					
озимая пшеница	41,8	42,8	40	50	43,6
озимый ячмень	–	–	–	–	–
яровой ячмень	–	14,3	20	–	8,6
кукуруза	16,6	–	10	37,5	16,0
горох	–	14,3	–	–	3,6
Технические культуры, всего	16,6	14,3	10	12,5	13,4
в том числе:					
сахарная свекла	8,3	возможно	возможно	возможно	2,1
подсолнечник	8,3	14,3	10	12,5	11,3
soя	–	–	–	–	–
Многолетние бобовые травы, всего	25,0	14,3	20	–	14,8
из них:					
люцерна	25,0	–	–	–	6,2
эспарцет	–	14,3	20	–	8,6

Таблица 5 – Оптимизированная структура посевных площадей на основе почвоохранных севооборотов для равнинного агроландшафта центральной зоны, %

Культура	Севооборот				
	№ 1	№2	№ 3	№ 4	среднее
Зерновые и зернобобовые, всего	60	60	50	50	55
в том числе:					
озимая пшеница	30	40	50	50	42,5
озимый ячмень	10	–	–	–	2,5
яровой ячмень	10	–	–	–	2,5
кукуруза	10	20	–	–	7,5
горох	–	–	–	–	–
Технические культуры, всего	20	20	50	50	35
в том числе:					
сахарная свекла	10	возможно	–	возможно	2,5
подсолнечник	10	10	12,5	12,5	11,3
соя	–	10	37,5	12,5	15,0
озимый рапс	–	–	–	25	6,2
Многолетние бобовые травы, всего	20	20	–	–	10
из них:					
люцерна	20	20	–	–	10
эспарцет	–	–	–	–	–

Таблица 6 – Оптимизированная структура посевных площадей на основе почвоохранных севооборотов для равнинного агроландшафта южно-предгорной зоны, %

Культура	Севооборот						
	№ 1	№2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	среднее
Зерновые и зернобобовые, всего	63,6	50	60	60	75	66,7	62,6
в том числе:							
озимая пшеница	36,3	40	40	40	25	33,4	35,8
озимый ячмень	–	–	–	–	–	–	–
яровой ячмень	9,1	–	–	–	–	–	1,5
кукуруза	18,2	10	20	20	50	33,3	25,3
горох	–	–	–	–	–	–	–
Технические культуры, всего	18,2	30	40	20	25	33,3	27,8
в том числе:							
сахарная свекла	возможно	возможно	–	–	–	–	–
подсолнечник	возможно	10	–	–	–	–	1,7
соя	9,1	20	20	–	25	33,3	17,9
озимый рапс	9,1	–	20	–	–	–	4,8
Картофель	–	–	–	20	–	–	3,3
Многолетние бобовые травы, всего	18,2	20	–	20	–	–	9,7
из них:							
люцерна	18,2	–	–	–	–	–	3,0
клевер	–	20	–	20	–	–	6,7

Таблица 7 – Оптимизированная структура посевных площадей на основе почвоохранных севооборотов для низменно-западного агроландшафта различных почвенно-климатических зон края, %

Культура	Почвенно-климатическая зона			
	Северная	Центральная	Южно-предгорная	
			севооборот № 1	севооборот № 2
Зерновые и зернобобовые, всего	71	57,1	50	75
в том числе:				
озимая пшеница	42,8	28,5	50	50
озимый ячмень	–	–	–	–
яровой ячмень	14,3	14,3	–	–
кукуруза	–	14,3	–	25
горох	14,3	–	–	–
яровой ячмень	14,3	14,3	–	–
Технические культуры, всего	14,3	14,3	50	25
в том числе:				
сахарная свекла	возможно	–	12,5	–
подсолнечник	14,3	14,3	12,5	12,5
соя	–	–	25	12,5
Многолетние бобовые травы, всего	14,3	28,6	–	–
из них:				
люцерна	–	28,6	–	–
эспарцет	14,3	–	–	–

При необходимости возможно увеличение площади посева сахарной свеклы за счет уменьшения посевной площади кукурузы и подсолнечника в равнинном агроландшафте во всех зонах (северная зона: севооборот № 2, № 3, № 4; центральная зона: севооборот № 1 и № 2), а в низменно-западинном агроландшафте только в северной зоне.

1.2 Разработка почвоохранных севооборотов в различных агроландшафтах

Севооборот – это научно обоснованное чередование различных сельскохозяйственных культур и пара во времени и на территории или только во времени на одном поле. Он является главной составной частью биологизированной системы земледелия.

Необходимость чередования культур подтверждается многовековой историей земледелия и получила научное обоснование с развитием естественных наук.

На основании длительного времени изучения того, почему при повторных (2–3 года), а тем более при бессменных (5 лет) посевах одной и той же культуры на одном поле резко снижается урожайность, установлено много разных причин, которые Д. Н. Прянишников объединил в три группы: химические, физические и биологические.

Химические причины состоят в том, что разные культуры потребляют неодинаковое количество питательных веществ (азот, фосфор, калий). Например, зерновые культуры на образование 1 ц зерна выносят из почвы примерно равное количество азота и калия, а подсолнечник на 1 ц семян в два раза больше калия, чем азота. Поэтому, если длительное время на одном и том же поле возделывать одну и ту же культуру, то со временем наступит одностороннее истощение почвы как-либо элементом питания. Теперь эту причину легко устраняют внесением соответствующих удобрений с учетом требований растений и наличия питательных веществ в почве.

Большое значение имеет способность самих растений усваивать питательные вещества из труднорастворимых соединений. Например, пшеница и сахарная свекла потребляет фосфор из легкорастворимых в почве соединений, а гречиха и особенно овес могут извлекать его из труднорастворимых фосфатов.

У разных культур корневые системы неодинаковые. У пшеницы и ячменя они уходят вглубь на 1–2 м, а у люцерны, свеклы и подсолнечника до 3 м и более. С более мощной корневой системой растения охватывают больший объем почвы и лучше используют запасы питательных веществ по всей глубине корнеобитаемого слоя.

Кроме того, на корнях бобовых, в результате симбиоза с клубеньковыми бактериями образуются клубеньки, где накапливается азот и идет обогащение им почвы. Поэтому возделывание бобовых культур способствует улучшению азотного питания других небобовых растений. Так, соя и горох при урожайности 20–30 ц/га с помощью клубеньковых бактерий накапливают в почве по 50–100 кг/га азота, а люцерна при хорошей урожайности – до 250–300 кг/га.

После уборки культур остается разное количество пожнивных и корневых остатков. Так, после многолетних злаково-бобовых трав, при высоких урожаях, после двухгодичного использования в почве остается до 100 ц/га корневых и покосных остатков, а после зерновых культур – 50–70 ц/га.

Таким образом, после уборки различных культур почва имеет неодинаковые показатели плодородия. После многолетних бобовых трав происходит обогащение органическим веществом, улучшение структуры и водно-воздушного режима, усиление микробиологической активности, а после зерновых культур и особенно, сахарной свеклы, подсолнечника и кукурузы, напротив обедняется органическим веществом и питательными элементами.

Физические причины включают различие между отдельными культурами по их влиянию на структуру почвы, на

содержание в ней воды, на развитие эрозионных процессов. Так, при возделывании пропашных культур (сахарная свекла, подсолнечник и кукуруза) почва после сева и посадки длительное время остается открытой, незащищенной растениями. Кроме того, ее несколько раз обрабатывают до и после всходов, особенно в междурядьях. В результате структура почвы, строение и плотность ухудшаются сильнее, чем под культурами обычного рядового способа сева (озимые колосовые). Еще лучше сохраняется и улучшается структура почвы под посевами многолетних трав.

Разные культуры за период вегетации расходуют неодинаковое количество воды и по-разному иссушают почву. Например, сахарная свекла, подсолнечник и люцерна значительно сильнее иссушают почву, чем пшеница и ячмень. Поэтому в севообороте их необходимо размещать так, чтобы к посеву создать максимальный запас влаги во всем корнеобитаемом слое почвы.

С физическими свойствами тесно связаны и от них зависят водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почвы. Чем лучше она оструктурена и более длительное время находится под покровом растений (например, многолетними травами), тем меньше смывается и размывается. Эрозия на таких площадях или совсем не проявляется или развивается незначительно.

Биологические причины включают взаимодействие и взаимовлияние культурных растений и сорняков, вредителей и болезней. Так, у многих сорняков имеются сходные с различными культурными растениями ботанические и биологические особенности, например, продолжительность вегетационного периода (ранние, поздние яровые, озимые и зимующие), форма и размер семени (овса и овсюга, клевера и повилки клеверной) и т.д.

Особое значение биологических причин проявляется в контроле фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур. Соблюдением севооборота можно регулировать воз-

будителей болезней и вредителей – монофагов или олигофагов (бурая ржавчина, фомопсис, церкоспороз, пшеничный трипс, хлебная жужелица, обыкновенный свекловичный долгоносик и др.)

Таким образом, при повторном возделывании или частом возвращении одной и той же культуры на прежнее место (поле) для нее будут складываться плохие условия питания и обеспечения влагой, ухудшится фитосанитарное состояние. На эрозионно-опасных территориях разрушается почвенный покров, снижаются плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур.

Следует подчеркнуть большую положительную роль научно-обоснованных севооборотов в защите окружающей среды. Никакие высокоэффективные химические средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, а также минеральные удобрения не могут сравняться с севооборотом, а тем более заменить его. Загрязнение окружающей среды продуктами химизации земледелия ведет к опасным последствиям для человечества.

В настоящее время ученые отмечают, что в результате нарушения севооборотов широкое применение разных видов минеральных удобрений и особенно химических средств для уничтожения сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, привело к резкому уменьшению в почве количества полезных микроорганизмов, дождевых червей. Естественные насекомые-опылители растений (шмели, дикие пчелы) почти полностью исчезли. Домашние пчелы также гибнут от применения пестицидов. В продуктах питания накапливаются вредные для здоровья человека соединения от применяемых средств химизации.

В настоящее время агрономическая наука и передовая практика владеют многими средствами воздействия на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Однако, как показывает опыт, высокая эффективность агрономических приемов достигается при условии, если они при-

меняются во взаимосвязанном комплексе, в системе. Как известно, развитая система земледелия состоит из взаимосвязанных звеньев: севооборота, систем удобрений, обработки почвы и защиты растений. Сельскохозяйственное производство функционирует на высоком уровне, если работают во взаимосвязи все звенья системы, игнорирование хотя бы одного из них наносит не только одномоментный ущерб хозяйству, но и плодородию почвы сдалеко идущими последствиями.

С момента возникновения и до нашего времени севооборот успешно решал основные задачи: обеспечивал постоянное необходимое хозяйству соотношения посевных площадей разных культур; позволял равномерно и рационально использовать энергетические и трудовые ресурсы; поддерживал определенный уровень урожаев сельскохозяйственных культур.

Перечисленные задачи остаются актуальными и в условиях современного сельскохозяйственного производства с той лишь разницей, что требуется повышение уровня урожайности в связи с ростом населения и его потребностей, а также повышение плодородия почвы.

В последнем и состоит агрономическая функция севооборота в современных условиях. Попытки возложить роль восстановления почвенного плодородия на какие-либо иные мероприятия, вне увязки их с агротехнически правильно построенными севооборотами, являются, как правило, несостоятельными и часто ставят хозяйство в еще большую зависимость от стихийных сил природы. Тем самым не реализуется и экономическая функция севооборота – удовлетворение потребностей хозяйства в производстве конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции с площади пашни. На фоне рационально построенных севооборотов все прочие агротехнические мероприятия обеспечивают наибольший экономический эффект.

Агрономическая роль севооборота вытекает из общей задачи научного земледелия. По определению К. А. Тимирязева и Д. Н. Прянишникова, эта задача состоит в том, чтобы согласовать соответствие требований культурных растений со свойствами почвы и климатом. Правильное размещение сельскохозяйственных культур на территории хозяйства и их чередование позволяют уменьшить разрыв между потребностью растений в факторах жизни и наличием их в почве.

С другой стороны, научно обоснованное планирование агротехнических мероприятий возможно лишь тогда, когда известно, в каком порядке идет смена возделываемых культур на каждом поле. Лишь при этом условии можно учесть наличие факторов жизни для определенного вида растений, которые здесь предполагается выращивать.

Таким образом, в сложнейших неразрывных связях растения и почвы, во влиянии их друг на друга с учетом антропогенных, техногенных, биоклиматических и других факторов, севооборота играют первостепенную роль основы взаимосвязанной, цельной агроэкосистемы.

Севооборот является понятием не только агрономическим, но и историческим, и, при сохранении его основной роли в системе земледелия, подход к севооборотам менялся в зависимости от общественно-политической и экономической ситуаций.

Если взять последнее двадцатилетие, то коренные изменения в России повлекли существенные преобразования в агропромышленном комплексе страны. Выделились фермерские хозяйства, и основная масса их возникла в границах прежнего землепользования бывших крупных хозяйств, что привело к нарушению севооборотов. Наряду с этим сельскохозяйственное производство перестало быть плановым, и в хозяйствах стали возделывать культуры, пользующиеся спросом на рынке. Началось «метание» от одной культуры к другой.

Севообороты для фермерских хозяйств должны быть более компактными, с короткой ротацией, где площади не поз-

воляют развернуть севооборот в пространстве, чередование культур должно осуществляться лишь во времени.

Наглядным примером тому является увеличение площади под подсолнечником. Эта культура, как известно, требует временного интервала 8–10 лет для возвращения на прежнее поле. Однако из-за насыщения структуры посевных площадей подсолнечником этого сделать не удавалось, что привело к негативным последствиям.

В то же время спад промышленного производства, резкое подорожание сельхозмашин, минеральных удобрений, средств защиты растений привели к существенному сокращению их использования. По сути дела, в большинстве фермерских хозяйств был осуществлен переход от интенсификации и специализации сельскохозяйственного производства к экстенсивным методам полеводства. И это происходило, а зачастую еще и происходит, на фоне ухудшающейся экологической обстановки. По данным НИИ Кубаньгипрозема, площадь подтопляемой пашни в Краснодарском крае увеличилась со 110 тыс. га в 1960 г. до 460 тыс. га в настоящее время.

Это говорит о том, что существующие системы земледелия и, в частности, севообороты не обеспечивают в должной мере экологическую безопасность ведения земледелия. В связи с чем, сейчас стоит остро вопрос об адаптации севооборотов не только к местным почвенно-климатическим условиям, но и об увязке их с особенностями ландшафтов.

В ландшафтном земледелии специфическая функция севооборотов состоит в том, что с помощью изменения состава, чередования и размещения культур организуется управление режимами использования, превращения и распределения природных и антропогенных потоков веществ и энергии.

Чередование культур на конкретном поле обеспечивает перераспределение факторов жизни растений во времени, а особенности ландшафта влияют на перераспределение влаги, тепла, питательных веществ на территории.

На современном этапе земледелия оценку севооборота необходимо проводить с позиций биологизации по таким критериям, как регулирование режима поступления органического вещества и элементов питания в почву, поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы и водного баланса, предотвращение эрозии и дефляции, регулирование фитосанитарного состояния агрофитоценозов и почвы.

В крупных коллективных сельскохозяйственных предприятиях севооборота решают комплекс экономических, экологических и организационно-хозяйственных проблем. Их типы и виды определяются общекраевой структурой посевных площадей и специализацией отдельных почвенно-климатических зон и районов.

В последние десятилетия значительная часть пашни передана крестьянским и фермерским хозяйствам, которые, как правило, не считают нужным осваивать научно-обоснованные севообороты. Это привело к снижению плодородия почвы, прогрессивно растущей засоренности полей, массовому распространению вредителей и болезней, заметному снижению урожайности возделываемых культур. На исправление сложившейся ситуации потребуются не только годы напряженного труда, но и большие финансовые средства.

Основой севооборота является структура посевных площадей. Для того чтобы структура посевных площадей по годам существенно не изменялась, необходимо в каждом севообороте иметь максимально возможную равновеликость полей.

Современные агроландшафтные системы земледелия определяют соответственно и статус севооборота: совместимость отдельных культур и их высокую биологическую продуктивность, максимально возможное использование природных и антропогенных ресурсов, природоохранные энергосберегающие технологии, высокое качество экологически чистого урожая. В агроландшафтных системах земледелия усиливается фитосанитарная почвозащитная и природоохранная роль

севооборота как комплексного биологического фактора, определяющего чистоту земледелия.

Как правило, в пределах одной природной зоны, существует большое разнообразие почвенно-климатических и хозяйственно-экономических условий, что определяет необходимость различных севооборотов в хозяйствах разной спецификации земледелия.

При проектировании севооборотов обязательно учитываются следующие принципы:

– дифференциация по элементам агроландшафта согласно рельефа, бонитета почв, их пригодности для тех или иных культур, необходимость в мелиоративных мероприятиях и т. д.;

– принцип технологичности севооборотов, подразумевающий создание благоприятных условий для организации производства в конкретном агроландшафте и реализации технологии возделывания культур: система обработки почвы, система защиты, мелиоративные мероприятия по охране земель и т. д.;

– принцип трансформативности, предопределяющий периодическую трансформацию некоторых пахотных земель, перевод их в другие группы и изменение севооборотов;

– взаимосвязь севооборотов с уровнем интенсификации и специализации хозяйства.

При разработке севооборотов необходимо учитывать особенности агроландшафта и баланс гумуса, который должен быть бездефицитным. Примеры влияния структуры посевов сельскохозяйственных культур в различных севооборотах равнинного агроландшафта на баланс гумуса в почве представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Влияние структуры посевов на баланс гумуса в почве в равнинном агроландшафте северной зоны Краснодарского края (КубГАУ)

Севооборот № 1			Севооборот № 2			Севооборот № 3			Севооборот № 4		
кол-во полей, шт.	культура	площадь культур в севообороте, %	кол-во полей, шт.	культура	площадь культур в севообороте, %	кол-во полей, шт.	культура	площадь культур в севообороте, %	кол-во полей, шт.	культура	площадь культур в севообороте, %
2	Люцерна	16,8	2	Люцерна	16,8	1	Эспарцет	9,1	1	Горох	8,4
1	Горох, соя	8,3	1	Горох, соя	8,3	1	Горох	9,1	1	Соя	8,4
6	Озимые колосовые	49,8	6	Озимые колосовые	49,8	6	Озимые колосовые	54,6	6	Озимые колосовые	49,8
3	Пропашные (кукуруза, подсолнечник без сах. свеклы)	25,1	3	Пропашные (сах. свекла, подсолнечник, кукуруза)	25,1	3	Пропашные (сах. свекла, подсолнечник, кукуруза)	27,2	4	Пропашные (сах. свекла, подсолнечник, кукуруза н/з и н/с)	33,7
Баланс гумуса +8 ц/га			+0,5			-2,1 (навоз 3,02 т/га)			-4,4 (навоз 6,7 т/га)		

В полевых севооборотах, где в структуре посевных площадей 25 % занимают пропашные культуры (сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза) положительный баланс гумуса может быть достигнут только при доле многолетних бобовых трав не менее 17 %.

Разработка схемы севооборота (определение набора культур и порядок их чередования) и перенесение в натуру на территорию хозяйства – мероприятие чрезвычайно ответственное. Поэтому к выполнению этой работы необходимо привлекать специалистов, владеющих знаниями по биологическим и химическим основам создания севооборотов, размещению полей, оптимальной их конфигурации, правильному использованию особенностей рельефа местности и почв.

Необходимо подчеркнуть, что в природе нет и быть не может универсального типа севооборота, который бы был пригодным для любого хозяйства.

Исходя из этого, приводим ряд схем различных типов севооборотов, рекомендуемых для основных агроландшафтов и природно-климатических зон Краснодарского края, которые следует рассматривать в качестве типовых. При расчете баланса гумуса в рекомендуемых севооборотах учитывалась вся неиспользуемая в хозяйстве часть урожая. На их основе, с учетом специализации хозяйства, площади пашни и других особенностей, могут быть разработаны индивидуальные схемы со строго определенным набором видов сельскохозяйственных культур и их чередованием.

Площадь пашни большинства фермерских хозяйств не превышает 100 га, поэтому рекомендуются севообороты с короткой ротацией, хотя возможен вариант их кооперации.

Чередование культур может осуществляться по полям и во времени или только на одном поле во времени.

Особенностью севооборотов для низменно-западных агроландшафтов являются максимальное насыщение их фитомелиорантами и культурами сплошного способа посева,

поэтому сою в этих случаях необходимо высевать с шириной междурядий 15 см.

В севооборотах, где возделывание многолетних бобовых трав не предусмотрено, плодородие почвы необходимо поддерживать за счет посева промежуточных сидеральных культур (озимый рапс, горчица белая, зимующий горох) после озимых колосовых культур под кукурузу и максимально использовать в качестве органического удобрения – пожнивные остатки, прежде всего солому озимой пшеницы.

В севооборотах с короткой ротацией (4–5 полей), где половину участка занимает подсолнечник, а вторую часть – сахарная свекла или соя, или кукуруза, которую при следующей ротации будет занимать уже подсолнечник. Таким образом, на прежнее место подсолнечник возвратится только через 7–9 лет.

Для реализации плана чередования культур делается переходная таблица, в которой показана схема их размещения по полям на период освоения севооборота.

Необходимо вести учет засоренности полей, основных показателей, характеризующих плодородие почвы и урожайности возделываемых культур. Это позволит анализировать влияние тех или иных агроприемов на продуктивность севооборота и при необходимости вносить коррективы в технологию возделывания культур и сортовой состав.

Задание:

1. Разработать на основании структуры посевных площадей почвоохранные севообороты в равнинном агроландшафте для различных зон Краснодарского края.

2. Разработать почвоохранные севообороты в низменно-западинном агроландшафте для различных зон Краснодарского края.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ

2.1 Задачи и обоснование основной обработки почвы

Правильная система обработки почвы является необходимым условием эффективного сельскохозяйственного производства и охраны окружающей среды. Под механической обработкой почвы понимают воздействие на нее рабочих органов машин и орудий с целью создания оптимальных условий для жизни культурных растений путем направленного изменения ее водного, воздушного, теплового и питательного режимов, а также повышения плодородия почвы и защиты ее от эрозии.

Теоретической основой обработки является физика почвы – наука о гранулометрическом составе и агрофизических свойствах почвы. Она тесно связана с точными и прикладными науками: физикой, агрохимией, физиологией растений, почвоведением, микробиологией, гидрологией и др. Современное учение доказывает, что обработка почвы оказывает большое влияние на жизнедеятельность растений и почвенные процессы.

Основные задачи механической обработки почвы следующие:

- сохранение и повышение плодородия почвы, защита ее от эрозии и создание условий для устойчивого ландшафтного земледелия;
- направленное изменение строения и агрегатного состава обрабатываемого слоя почвы с целью создания благоприятных для растений
- оптимизация водного, воздушного, питательного и теплового режимов, обеспечения активизации микробиологических процессов и более мощного развития корневой системы культурных растений;

– очищение почвы от сорных растений и органов их размножения, а также возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур.

Кроме основных задач обработка почвы, в зависимости от сложившихся условий, должна решать и отдельные частные задачи. Например:

– лишение жизнеспособности многолетних сорных растений;

– заделка в почву растительных остатков, удобрений, пестицидов и средств химической мелиорации;

– сохранение стерни на поверхности почвы;

– выравнивание поверхности поля или создание микро-рельефа;

– создание и заделка временных оросителей и дрен;

– задержание стока талых или дождевых вод, а также снегозадержание;

– создание оптимальных условий для посева и прорастания семян

– культурных растений, ухода за посевами и уборки урожая;

– увеличение мощности перегнойно-аккумулятивного горизонта почвы;

– прочее.

Однако, постоянные механические обработки могут привести к ряду негативных процессов: потере почвенного перегноя из-за усиления окисления органического вещества, уменьшению агрегации и инфильтрационной способности почвы, росту интенсивности смыва, размыва и выдувания почвенных частиц, чрезмерному уплотнению почвы, неоправданному увеличению затрат и т. д. В этой связи внедрение в производство научно-обоснованной системы обработки почвы в севооборотах на ландшафтной основе позволяет свести возникающие неблагоприятные явления к минимуму и полному исключению.

Это особенно важно для низменно-западных агроландшафтов характеризующихся невысокой экологической устойчивостью.

Для правильной оценки приемов обработки почвы надо знать те процессы, которые происходят под действием почвообрабатывающих орудий и способов обработки.

Достигнутую в настоящее время продуктивность с.-х. культур в крае можно стабилизировать и повысить при главном условии дальнейшего творческого подхода по всем звеньям технологии возделывания и прежде всего агроприемам регулирующим основные условия жизни растений: водный, воздушный и пищевой режимы. Такой творческий подход к вопросам агротехники возможен при условии учета агроландшафтов и конкретных условий каждого поля. Академик Д. Н. Прянишников очень давно обращал на это внимание земледельцев: «Старая истина гласит, что всякий прием хорош на своем месте, при подходящих условиях». Наиболее приемлемо это высказывание к системе обработки почвы, как инструменту, регулиующему основные условия жизни растений. Регулируя с помощью обработки почвы строение активного корнеобитаемого слоя, мы можем воздействовать и изменять на длительное время или кратковременно водный, воздушный, пищевой, тепловой режимы почвы. Регулировать проникновение корневой системы растений в почву, активность почвенной биоты, степень засоренности поля и т.д.

Однако, обрабатывая землю надо помнить, что главной целью является состояние плодородия. Вся система обработки почвы, все ее приемы должны строиться на принципе предохранения почвы от дегумификации, всех видов эрозии, физической, химической, биологической деградации. Как писал Б. И. Тарасенко «ни один агротехнический прием, даже в том случае, когда он способствует повышению урожайности не может быть принят земледельцем, если он ведет к потере нашей кормилицы земли и усилению процессов эрозии».

Таким образом, система обработки должна строиться так, чтобы максимально приблизить водный, воздушный, пищевой режим почвы к биологическим требованиям растений, обеспечить сохранение плодородия пашни и получить максимально возможную продуктивность. В зависимости от назначения, глубины и времени проведения обработку почвы под отдельную культуру подразделяют на: основную, предпосевную и послепосевную, т. е. по уходу за посевами.

Рационально выбранная система основной обработки почвы позволяет не только разуплотнять почву, оптимизировать доступность воды для растений, содержание воздуха в почве, но и уменьшить степень засоренности поля особенно корнеотпрысковыми сорняками, снизить угрозу водной и ветровой эрозии. Факторы, определяющие систему обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Факторы, определяющие систему обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии

По мнению К. А. Тимирязева система обработки почвы определяет культуру поля. Систему основной обработки почвы в севообороте определяет: прежде всего, агроландшафт, так как почва является зеркалом агроландшафта, а затем биологические особенности культуры, совокупность свойств почвы и уровень плодородия, степень проявления эрозионных процессов.

Основным теоретическим обоснованием выбора системы основной обработки почвы и необходимости ее проведения при всем разнообразии влияющих факторов, служит требование культур к плотности сложения почвы, мощности пахотного слоя. Требования культур к плотности сложения почвы приведены в таблице 9.

Научными учреждениями, путем моделирования плотности сложения, установлено, что оптимальные условия для роста и развития озимых и яровых зерновых культур, однолетних и многолетних трав создаются при плотности почвы в пределах 1,2–1,35 г/см³.

Таблица 9 – Оптимальная плотность (г/см³) почвы для выращивания сельскохозяйственных культур на черноземах Кубани (обобщенный материал)

Тип почвы	Культура				
	озимая пшеница	сахарная свекла	кукуруза	подсолнечник	люцерна
Чернозем выщелоченный	1,22–1,30	1,10–1,20	1,16–1,23	1,20–1,30	1,10–1,38
Чернозем обыкновенный	1,15–1,27	1,10–1,20	1,25–1,32	1,15–1,27	1,27–1,35
Чернозем слитой	1,24–1,27	1,23–1,29	1,22–1,29	1,21–1,33	–

Пропашные культуры: сахарной и кормовой свекле, кукурузе, картофелю, другим корнеплодам требуется более рыхлое сложение почвы, что соответствует плотности 1,0–1,2 г/см³.

Основная обработка почвы в севообороте может быть: отвальная (выполненная оборотным плугом), безотвальная (чизельными и плоскорезными орудиями), поверхностная до 8 см, выполненная дисковыми орудиями, и прямые посевы в не обработанную почву. Кроме выше изложенного выбор основной системы обработки зависит от агроландшафта и прежде всего эрозионных процессов развивающихся в них. У каждой системы основной обработки есть положительные и отрицательные моменты. Интенсивные обработки с оборотом пласта (вспашка) приводят к нарушению баланса органического вещества в почве. Отторжение гумуса по данным многих исследователей как отечественных так и зарубежных под озимыми колосовыми составляет на фоне вспашки 0,7–0,8 т/га, кроме того это энергозатратная система обработки почвы. На вспашку (глубиной 18–20 см) расходуется в среднем 16,5–18,0 л/га дизельного топлива, в то время как на плоскорезную и чизельную 12–14 л/га, а при прямом посеве 6,8–8,0 л/га.

Однако, говоря об отрицательных аспектах вспашки, нельзя отрицать ее положительной роли: уничтожение многолетних корневищных, корнеотпрысковых сорняков агротехническим путем, снижение запаса семян однолетних сорных растений в верхнем слое, качественная заделка в почву органических удобрений и корне-поживных остатков, окультуривание и накопление органического вещества в подпахотных слоях, снижение численности мышевидных грызунов, снижение в верхнем слое запаса инфекции вредителей и т.д. В целом, хотя бы периодическое проведение отвальной обработки почвы, как показали научные исследования, полученные в стационарах Кубанского госагроуниверситета, способствует улучшению агрофизических свойств пахотного слоя почвы, снижению пестицидной нагрузки и засоренности.

По безотвальной, поверхностной обработкам и при прямом посеве увеличивается степень засоренности посевов всех культур. Количество однолетних сорняков увеличивается в 3,5–4 раза в сравнении со вспашкой, а количество многолет-

них вообще возрастает многократно. Переход на эту систему основной обработки также увеличивает засоренность поля, хотя и в меньшей степени, чем поверхностная. Это ведет к увеличению числа гербицидных обработок и предопределяет применение дорогостоящих препаратов не всегда безопасных для почвенной биоты. В целом увеличиваются затраты на производство продукции. Кроме того нет возможности качественно запахать органические удобрения и корнепоживные остатки. Как уже говорилось выше с помощью основной обработки необходимо решить и проблему оптимизации степени уплотнения активного корнеобитаемого слоя почвы с целью создания условий для реализации биологического потенциала возделываемых культур.

Для решения поставленных целей и задач необходимо разумное сочетание отвальной, безотвальной, поверхностной обработки и прямых посевов. Периодическое проведение отвальной обработки будет способствовать лучшему использованию органических удобрений, очищению почвы от сорняков, улучшению фитосанитарного состояния пашни, устранению дифференциации горизонтов по плодородию. Периодическое углубление обработки на черноземных почвах и замена отвальной обработки на безотвальную обеспечит сохранение баланса гумуса и разуплотнение подпахотных слоев.

Поверхностные обработки и прямые посевы снижают минерализацию органического вещества почвы, обеспечивают экономию ГСМ, однако увеличивают степень засоренности, ухудшают фитосанитарное состояние и способствуют ухудшению агрофизических свойств черноземов. Товаропроизводителю особенно важно учитывать, что длительность положительного действия глубоких обработок зависит от механического состава почвы, применения органических удобрений и наличия фитомелиорантов в севообороте. На тяжелых глинистых почвах на фоне органических удобрений это 2–3 года, на легких обыкновенных 5–6 лет. Без применения органики последствие глубоких обработок сокращается на 1–2 года. Это

значит, что наши почвы не нуждаются в ежегодных глубоких обработках, они должны планироваться под такие культуры как сахарная свекла, кукуруза, люцерна, и сочетаться с более мелкими обработками и прямыми посевами.

Разумное сочетание различных способов основной обработки почвы будет стабилизировать продуктивность пашни и способствовать повышению конкурентоспособности производимой продукции, чего нельзя достичь ни на одном способе обработки, будь то отвальная, безотвальная, поверхностная или прямой посев.

2.2 Обработка почвы в посевах сельскохозяйственных культур

В современных технологиях взгляды на роль обработки почвы в посевах сельскохозяйственных культур претерпели определенные изменения. С появлением агрономического ассортимента гербицидов для борьбы с сорной растительностью в посевах различных культур роль обработки почвы в этом вопросе отошла как бы на второй план. Однако, не умаляя достоинств химических средств борьбы с сорняками, хотелось бы напомнить о высокой емкости поглощения черноземных почв, непромывном водном режиме их и в этой связи об угрозе последствия гербицидов, особенно на фоне безотвальной, поверхностной обработки и прямых посевах. В этой связи нельзя отказываться от возможности уничтожения сорняков в посевах с.-х. культур агротехническим путем с помощью довсходового, повсходового боронования и междурядной культивации. Вторая задача, которая решается с помощью обработки почвы в посевах это регулирование водного, воздушного и пищевого режимов почвы через разуплотнение верхней части активного корнеобитаемого слоя и устранение трещиноватости.

С помощью довсходового и послевсходового боронования на посевах поздних яровых культур можно уничтожить до

70 % сорной растительности снизив затраты на применение дорогостоящих гербицидов и устранение угнетения гербицидами культурных растений и почвенной биоты. Важно при этом выбрать правильно время, когда верхний слой подсохнет и в нем появится масса сорняков так называемых «белых нитей». Необходимо тщательно следить за глубиной прохода зуба бороны, чтобы избежать повреждения всходов культурных растений. При проведении повсходового боронования особенно важно исключить присыпание и обламывание всходов. Оптимальная фаза культурных растений позволяющая выполнить эту работу у подсолнечника 1–2 пары листьев и кукурузы 2–3 листа. Скорость движения агрегата не более 3 км/час на подсолнечнике и 4–5 км на посевах кукурузы в дневные часы, когда растения теряют тургор.

На черноземах Кубани имеющих тяжелый механический состав в посевах пропашных культуру возникает необходимость в проведении междурядных культиваций. Основной целью их проведения является создание мульчирующего слоя, разрыв капиллярной связи для сохранения влаги и предотвращения образования трещин. Кроме этого механическим путем уничтожается сорная растительность. Рыхлый слой на поверхности почвы увеличивает коэффициент использования весенне – летних осадков, увеличивает доступность воды для растений и улучшает пищевой режим верхнего слоя. Однако применение культиваторов в посевах пропашных культур имеет и отрицательные моменты. При работе лапы культиватора по влажной почве ниже ее прохода почва уплотняется и замазывается, особенно на тяжелых почвах. На более легких почвах возможно разрушение структуры. Проведение культивации на необоснованно большую глубину может оказаться причиной иссушения верхнего слоя, кроме того междурядные культивации могут повреждать корневую систему пропашных культур. В этой связи решение о необходимости проведения междурядных обработок и их глубине принимается в кон-

кретных условиях каждого поля в зависимости от агроландшафта и почвенной разновидности.

Число обработок определяется степенью уплотнения почвы и засоренностью посевов. Глубина культиваций устанавливается в зависимости от влажности почвы и биологических особенностей возделываемых сортов и гибридов, т.е. распространением корневой системы. Увлажнение почвы рассматривается, прежде всего, с точки зрения крошения, нельзя допускать во время проведения междурядных обработок образование глыб. В этом случае или уменьшается глубина обработки или оттягивается срок проведения.

Обязательным условием проведения междурядных обработок является соблюдение принципа разноглубинности. В течение вегетации растений в условиях Кубани целесообразно проводить междурядные обработки на убывающую глубину от глубокой к мелкой. Это будет способствовать сохранению влаги во время нарастания температур. Целесообразность проведения междурядных обработок в посевах пропашных культур в южных и центральных районах края на тяжелых почвах: слитых, сильно выщелоченных черноземах выше в сравнении с северными и восточными на обыкновенных черноземах. В зоне недостаточного увлажнения с увеличением количества и глубины междурядных обработок растет вероятность иссушения почвы и ухудшается водный режим.

Таким образом, при уходе за посевами очень важным условием является разумное сочетание механических обработок и химических, по уничтожению сорной растительности. Чрезмерное увлечение, как обработками, так и химическими прополками нанесет непоправимый ущерб плодородию черноземов и урожайности возделываемых культур.

2.3 Принципы почвоохранной системы обработки почвы

Проектирование системы обработки почвы в севооборотах основывается на различиях агроландшафтов, различных требованиях культур к свойствам почвы, мощности пахотного горизонта, проявления эрозийных процессов. В этой связи главным является сохранение плодородия почвы и снижение угрозы эрозионных процессов в том или ином ландшафте.

Принцип почвозащитной направленности системы обработки почвы предполагает её высокую противозерозийную эффективность. Прежде всего система обработки должна обеспечить сохранение и воспроизводство органического вещества почвы, хотя бы его бездефицитный баланс. С этой целью рекомендуется чередование отвальных, безотвальных, поверхностных способов обработки и прямых посевов. Доля каждого способа обработки в системе будет зависеть от ландшафта и почвенной разности. В равнинных агроландшафтах отвальная обработка целесообразна под озимый ячмень, предшественником которого является озимая пшеница, под сахарную свеклу, т. е. один раз в пять лет. В низменно-западинных ландшафтах и на слитых черноземах Южно-предгорной зоны предпочтение отдается глубоким безотвальным способам основной обработки с целью разуплотнения активного корнеобитаемого слоя и увеличение его водопроницаемости. Поверхностная обработка и прямые посевы рекомендуются на фоне глубоких и средних отвальных и безотвальных под озимую пшеницу прежде всего по пропашным предшественникам: сахарная свекла, соя, кукуруза на силос, подсолнечник, кукуруза на зерно. Обработка почвы предполагает предотвращение эрозии водной и ветровой и её снижение до нормативных параметров. С этой целью учитывается в агроландшафте: крутизна склона (3° ; $3-5^\circ$, $5-8^\circ$ и более 8°) и тип склона (односкатный или многоскатный), характер стока вызывающего эрозию (осенне зимние талые воды, ливневые

осадки и т. д.), увлажненность территории, водопроницаемость и степень уплотнения почвы. К примеру, на почвах, со склонами до 3° эффективна вспашка поперек склона или рыхление под углом равным половине угла склона, особенно в зерно-травяных севооборотах. На более крутых склонах вспашка в системе севооборота не эффективна, предпочтение следует отдать кротованию, чизелеванию, глубокому безотвальному рыхлению. В агроландшафтах равнинных, подверженных временному переувлажнению и подтоплению осенне-зимними осадками для снижения гидроморфизма в систему основной обработки почвы два раза в ротацию севооборота под глубокоукореняющиеся культуры включается безотвальное рыхление на глубину 60–70 см и на его фоне применяется отвальная вспашка, поверхностная обработка и прямые посевы. Последствие глубокого рыхления зависит от удельной водосборной площади и глубины пониженный. В агроландшафтах подверженных ветровой эрозии систему обработки следует проектировать на основе безотвальной, плоскорезной, мульчирующей без оборота пласта с сохранением до 60–70 % стерневых остатков. Такая обработка способствует сохранению влаги, устраняет перегрев почвы, предотвращает интенсивное испарение, снижает снос почвы ветром. Однако спелость почвы весной наступает позже и в верхнем снос увеличивается засоренность и накапливается возбудители болезней и вредителей.

Принцип ресурсосбережения реализуется путем минимализации обработки почвы в системе севооборотов. Основой минимализации является состояние агрофизических свойств почвы, высокий уровень плодородия. Оптимальными параметрами плотности является 1,2–13 г/см³.

Пригодность различных типов почв к минимализации оценивается совокупностью показателей плодородия: содержанием гумуса, равновесной плотностью, водопропрочностью структуры, гранулометрическим составом и водопроницаемостью. Черnozемы Кубани имеют слабоглинистый грануло-

метрический состав, т. е. это тяжелые почвы с равновесной плотностью в зависимости от разновидности чернозема от 1,25 до 1,4 г/см³. Содержание гумуса колеблется от 3,4 до 4 %. Наиболее пригодными для минимализации обработки почвы являются обыкновенные черноземы, наименее-слитые. В условиях Кубани минимализацию обработки следует рассматривать в системе севооборотов на фоне отвальных и безотвальных. Одним из направлений минимализации является совмещение нескольких операций и приемов с помощью комплексных агрегатов выполняющих рыхление, выравнивание, уплотнение, внесение удобрений, посев и т.д. Уменьшением глубины обработки или применение прямых посевов на фоне вспашки или чизельной обработки почвы. Минимализация системы обработки должна решаться конкретно для каждого агроландшафта и хозяйства с учетом всех выше перечисленных требований.

Задание:

1. Разработать на основании ранее составленного адаптивного почвозащитного севооборота для равнинного агроландшафта энерго- и ресурсосберегающую систему обработки почвы для различных зон Кубани.

2. Разработать на основании ранее составленного адаптивного почвозащитного севооборота для низменно-западного агроландшафта энерго- и ресурсосберегающую систему обработки почвы для различных зон Кубани.

3 СБАЛАНСИРОВАННАЯ БИОЛОГИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ

3.1 Роль элементов питания в жизни растений и система удобрения основных полевых культур

Система удобрения – это научно обоснованное оптимальное сочетание видов удобрений, доз, сроков и способов их внесения для конкретной сельскохозяйственной культуры в конкретных почвенно-климатических условиях.

Создание оптимальных условий питания растений за счет повышения плодородия почвы и рационального применения удобрений – важнейшее условие высокопродуктивного и устойчивого земледелия.

К группе наиболее важных для питания растений относятся макроэлементы – азот, фосфор, калий, магний, сера и железо. Для нормального роста и развития растений необходимы микроэлементы: бор, марганец, медь, цинк и кобальт.

Интенсивность поглощения питательных веществ неравномерна. Она зависит от возраста растения, видовых и сортовых особенностей культуры. Неравноценны для растений и сами элементы питания. Каждый из них выполняет вполне определенную функцию.

Азот – наиболее важный в жизни растений элемент, оказывающий решающее влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур, особенно в начальный период их жизни. Он является обязательной составной частью всех белков и аминокислот, нуклеиновых кислот, хлорофилла, фосфатидов, многих ферментов и других биологически активных соединений, без которых невозможен синтез органического вещества.

Растения, испытывающие *недостаток азота*, замедляют рост, заметно уменьшают площадь листьев, которые приобретают светло-зеленую, а в резко выраженной форме – желтую окраску, но увядание не наблюдается. Изменение окраски начинается со старых листьев, затем переходит на более мо-

лодые. Пожелтение начинается с жилки листа и тканей, к ней прилегающих. При остром дефиците азота растения преждевременно сбрасывают листья, период созревания резко сокращается, урожайность существенно снижается.

Фосфор участвует в реакциях окислительного фосфорилирования, обеспечивающих энергией идущей на синтез белков, жиров и углеводов, интенсивность фотосинтеза и дыхания растений. Недостаток фосфора в первую очередь вызывает задержку роста корней и влияет на развитие растений, избыток ведет к так называемому «зафосфачиванию» почвы, что отрицательно сказывается на качестве продукции.

Недостаток фосфора у большинства культур вызывает замедление роста стебля и листьев. Листья приобретают темно-зеленую с фиолетовым оттенком окраску, на листовой пластинке появляются фиолетовые, бурые и красные пятна – в начале на листьях нижнего яруса, затем переходят к более молодым вверх по растению. Кроме того, растягиваются сроки вегетации растений, замедляется цветение и созревание, снижается урожайность и качество продукции.

Калий способствует оводнению клеток и тканей, эластичности их стенок, участвует в перераспределении продуктов фотосинтеза, определяет зимостойкость и засухоустойчивость растений, устойчивость их к полеганию.

Общий признак *калийного голодания* культур – потемнение краев и верхушек листьев, которые сморщиваются и приобретают голубовато-зеленую окраску. Стебли растения теряют устойчивость к полеганию.

По срокам внесения различают удобрение допосевное, припосевное и послепосевное.

Допосевное внесение называют еще основным, оно предназначено для питания растений на протяжении всего вегетационного периода. Припосевное внесение удобрений осуществляется одновременно с посевом (в рядки), оно предназначено для питания растений в ранние периоды их роста. Послепосевное удобрение называют подкормками.

Основное удобрение вносят под основную обработку почвы. Применяют органические, а также фосфорные и калийные удобрения.

Проведенные многочисленные исследования показали, что фосфорные удобрения, заделанные на дно борозды, используются в пять раз полнее, чем при мелкой заделке. Это объясняется весьма низкой подвижностью соединений фосфора. Растворимые фосфаты при взаимодействии с почвой адсорбируются почвенно-поглощающим комплексом, подвергаются химическому осаждению и, даже в дождливые годы, на среднесуглинистых почвах за лето передвигаются вниз не более чем на 1–1,5 см. Поэтому фосфорные удобрения, внесенные под культивацию на глубину 7–10 см, остаются в этом слое в течение всей вегетации. Поверхностно внесенные фосфорные удобрения практически не используются растениями.

Калий – более подвижен в почве, чем фосфор, но не намного. В случае поверхностного внесения в почву с нормальной влажностью за лето калий может передвинуться на 4–6 см, а в сухую погоду остается сверху.

В связи с этим калийные удобрения также следует вносить под зяблевую вспашку в виде основного удобрения, в этом случае растения будут их использовать в течение всей вегетации.

При безотвальной обработке почвы фосфорно-калийные удобрения необходимо вносить культиваторами растениемитателями лентами на глубину 15–20 см с расстояниями между ними 15–30 см. При локальном внесении удобрений коэффициенты использования из них фосфора и калия повышаются, так как снижается контакт фосфора с почвой, уменьшается его закрепление и увеличивается усвояемость растениями.

Припосевное удобрение используют при посеве зерновых колосовых культур. Фосфорные или сложные удобрения в небольших дозах (P_{10-20}) вносят вместе с семенами в рядки или несколько глубже.

Для подкормки чаще всего используют азотные удобрения, главным образом при возделывании озимых колосовых культур.

В первый период роста растения используют небольшое количество питательных веществ, но этот период является критическим, так как недостаток элементов питания значительно ограничивает рост и развитие растений, что отрицательно сказывается на конечном урожае. Этот недостаток нельзя устранить внесением удобрений в более поздние фазы вегетации, но его можно избежать припосевным или допосевным внесением.

Период максимального потребления питательных веществ совпадает с периодом интенсивного роста и накопления органической массы урожая. Недостаток питательных веществ в этот период может быть возмещен дополнительным внесением удобрений в подкормку.

Удобрение озимой пшеницы. Озимая пшеница относится к культурам, хорошо отзывающимся на удобрение.

Потребление питательных веществ озимой пшеницей идет неравномерно. В осенний период происходит незначительное потребление элементов питания, хотя во время появления всходов отмечается критический период в отношении фосфора. При этом недостаток фосфора в ранние фазы нельзя компенсировать последующим его внесением. Период максимального потребления весенне-летний от фазы кущения до колошения. В это время происходит интенсивный рост вегетативной массы растений и формирование колоса. Поэтому озимую пшеницу осенью и рано весной необходимо обеспечить всеми элементами питания.

Озимая пшеница имеет длинный вегетационный период, поэтому важное значение имеет полное минеральное удобрение, внесенное под основную обработку почвы.

При размещении озимой пшеницы по многолетним бобовым травам, занятым парам, гороху, рапсу и озимой пшенице основное удобрение следует вносить непосредственно под

вспашку, а по пропашным предшественникам (подсолнечнику, кукурузе, сахарной свекле и сое), когда, как правило, применяют разноглубинное дискование (два-три следа) – под последнее дискование. В этом случае удобрение меньше перемешивается с почвой, и коэффициент использования фосфора и калия из минеральных туков заметно увеличивается.

Высокоэффективным приемом использования удобрений является припосевное их внесение. Аммофос, внесенный в рядки в дозе P_{20} (40 кг в физическом весе) заметно усиливает рост корневой системы растений, повышает их зимостойкость.

Хотя озимая пшеница и обладает высокой способностью к реутилизации азотистых веществ вегетативных органов, но их недостаточно для формирования зерна с высоким содержанием белка. Поэтому растения должны быть хорошо обеспечены азотом не только в ранние, но и в поздние фазы развития, когда происходит интенсивное накопление белков в зерне. Это положение подтверждается многочисленными данными о высокой эффективности позднего внесения азотных удобрений (в колошение и позже) для повышения качества зерна.

Некорневая подкормка мочевиной в фазе колошения – начала налива зерна в дозе N_{20-30} увеличивает содержание белка в зерне на 1–3%, клейковины – на 4–8%, стекловидность – на 8–10%.

Важное значение имеет не только общее количество элементов питания внесенных с удобрениями, но и оптимальное их соотношение.

Сочетание азота, фосфора и калия как 1,5:1,0:0,5 способствует максимальному повышению урожая зерна и улучшению его качества, а задержка с внесением удобрений и несбалансированное их количество ухудшает эффективность последних. Так, при избыточном азотном питании в вегетативный период снижается поглощение растениями других питательных веществ, особенно калия. В этом случае надземная часть растений сильно разрастается при относительно слабом

росте и развитии корневой системы. При этом корневая система в засушливых условиях не может обеспечить мощную вегетативную массу влагой и часто вместо повышения наблюдается снижение урожая зерна. При внесении высоких доз фосфорных и калийных удобрений не отмечено значительной депрессии в урожае колосовых культур, хотя в засушливых условиях иногда наблюдаются нарушения в обмене веществ, связанные с ухудшением качества зерна.

Научно-обоснованная система удобрения, обеспечивающая получение урожайности высококачественного зерна 55–60 ц/га для хозяйств северной (обыкновенный чернозем), центральной и южно-предгорной (выщелоченный чернозем) зон Краснодарского края представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Система удобрения, обеспечивающая 55–60 ц/га высококачественного зерна озимой пшеницы

Внесение удобрений	Предшественник		
	бобовый	пропашной	колосовой
Обыкновенный чернозем			
Основное удобрение	N ₃₀ P ₂₀₋₃₀ K ₄₀	N ₄₀₋₆₀ P ₄₀ K ₃₀	N ₄₀ P ₄₀ K ₃₀
При посеве в рядки	P ₂₀	P ₂₀	P ₂₀
Рано весной	N ₂₀₋₄₀	N ₄₀₋₆₀	N ₃₀₋₅₀
В фазу колошения или формирования зерна	N ₂₀₋₄₀	N ₂₀₋₄₀	N ₂₀₋₄₀
Выщелоченный чернозем			
Основное удобрение	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₃₀₋₄₀ K ₄₀	N ₄₀ P ₃₀₋₄₀ K ₄₀
При посеве в рядки	P ₂₀	P ₂₀	P ₂₀
Рано весной	N ₃₀₋₅₀	N ₅₀₋₇₀	N ₄₀₋₆₀
В фазу колошения или формирования зерна	N ₂₀₋₄₀	N ₂₀₋₄₀	N ₂₀₋₄₀

Удобрение озимого ячменя. Высокие урожаи зерна озимого ячменя получают только при применении питательных веществ.

Система удобрения, обеспечивающая получение 60–65 ц/га зерна должна включать внесение под основную обработку почвы $N_{40-60} P_{40-60} K_{40-60}$, при посеве P_{15-20} , рано весной N_{40-60} .

Удобрение кукурузы. Кукуруза наиболее интенсивно питательные вещества потребляет в период от образования 6–7 листьев до цветения.

Наиболее высокая продуктивность кукурузы и лучшее качество зерна наблюдается при совместном применении органических и полного минерального удобрения практически во всех регионах, где возделывается эта культуры. Большинство авторов считает, что наибольшая эффективность применяемых удобрений под кукурузу наблюдается при внесении в один прием – под основную обработку почвы. По данным других исследователей больший эффект вносимых удобрений достигается при применении азотных подкормок на фоне основного удобрения, внесенного осенью. Подкормка кукурузы другими видами удобрений – фосфорными и калийными, неэффективна.

Высокоэффективное использование удобрений под кукурузу на разных типах почв возможно при соблюдении оптимального соотношения между азотом, фосфором и калием. Так для получения 65–70 ц/га зерна кукурузы соотношение между этими элементами должно составлять 1,5:1:0,6. Рекомендуемые при этом дозы удобрений под кукурузу в среднем составляют: органических – 40–60 т/га навоза, минеральных – $N_{60-90} P_{60} K_{40-60}$ в северной и центральной зонах и $N_{90-120} P_{80} K_{60}$ в южно-предгорной зоне.

Многолетние исследования во всех почвенно-климатических зонах Кубани показали, что минеральные удобрения при оптимальном соотношении N:P:K дают возможность дополнительно получить не менее – 8, а чаще 14–26

и даже 32 ц/га зерна кукурузы, что на 15–44 % больше, чем на неудобренном фоне.

Удобрение сахарной свеклы. Физиологической особенностью сахарной свеклы является большая потребность в элементах минерального питания. На формирование среднего по величине урожая она потребляет из почвы в 2–3 раза больше питательных веществ, чем зерновые хлеба и некоторые технические культуры.

Наиболее чувствительна свекла к недостатку азота в первую половину вегетации, когда идет интенсивный рост листьев. За май – июнь расходуется 26 %, июль – 47 % и август–октябрь – 26 % азота от общего его количества, потребляемого растениями за вегетационный период.

При недостатке азота рост растений замедляется, листья уменьшаются в размерах, желтеют и отмирают, свекла преждевременно созревает, снижается ее урожайность.

Усиленное азотное питание в начале вегетации способствует формированию хорошо развитой листовой поверхности, что обеспечивает в последующем интенсивный рост корнеплодов и накопление сахара в них. Однако наличие в питательной среде избыточного количества азота в период сахаронакопления задерживает созревание свеклы, повышает содержание золы и растворимого азота в корнеплодах, в результате чего снижается их сахаристость и ухудшаются технологические качества сырья.

Следует отметить также, что и в южных районах свеклосеяния, в годы, когда наблюдается резкая смена благоприятных для роста и развития растений условий влагообеспеченности в первую половину вегетации на засуху во вторую, внесение повышенных доз азотных удобрений приводит к снижению не только сахаристости, но и урожайности сахарной свеклы.

Азотные удобрения под свеклу необходимо вносить с учетом почвенно-климатических условий и уровня агротехники. Повышение доз азота сопровождается ростом продуктив-

ности сахарной свеклы лишь до определенного уровня. На черноземных почвах наибольшие прибавки урожая корнеплодов и сбора сахара получают от внесения N_{60-90} . При дальнейшем увеличении доз азотных удобрений урожайность повышается незначительно, а сахаристость корнеплодов снижается на 0,8–2,6 %.

Максимальная прибавка урожайности сахарной свеклы достигается в том случае, если вносится полное удобрение. Исключение одного из элементов питания существенно снижает продуктивность культуры. При этом на обыкновенных и типичных черноземах к наиболее резкому снижению урожайности корнеплодов приводит исключение из состава удобрения фосфора, а на выщелоченных – азота.

В литературе имеются сведения о важном значении не только дозы, но и соотношения элементов питания в удобрении. Для черноземных почв соотношение между азотом, фосфором и калием должно быть близким к 1 или немного больше для фосфора и меньше для калия 1: (1–1,2):(0,8–1).

На основании многолетних данных опытных учреждений и обобщения результатов работы передовых хозяйств, в практику широко внедрена система, сочетающая внесение под свеклу органических и минеральных удобрений.

Применение хорошо подготовленного полуперепревшего навоза под свеклу обеспечивает устойчивые по годам прибавки урожайности корнеплодов, высокое качество сырья для переработки на заводах. Окупаемость единицы внесенных с органикой питательных веществ в 2–3 раза выше, чем при внесении только минеральных удобрений.

Главное условие эффективного применения органических удобрений – хорошее качество приготовления, равномерное внесение разбрасывателями КСО-9, ПРТ-10, ПРТ-15 и др., оптимальная доза (40–60 т/га) и своевременная заделка в почву.

В тех случаях, когда технология приготовления навоза не соответствует требованиям, его лучше вносить не под сахарную свеклу, а под предшествующую ей культуру в севооборо-

те (например, под кукурузу в звене кукуруза – озимая пшеница– свекла). В этом случае целесообразно изменить систему обработки почвы в севообороте, осуществив заделку такого навоза отвальной вспашкой на глубину до 32–35 см, а под свеклу ограничиться менее глубокой отвальной обработкой и чизелеванием на 40–45 см. Это даст возможность заметно уменьшить засоренность посевов сахарной свеклы и за счет последствия получить существенную прибавку урожая корнеплодов.

Наряду с органическими, под сахарную свеклу необходимо вносить и минеральные удобрения. Наиболее экономически выгодно вносить в северной зоне края на обыкновенных черноземах $N_{60}P_{80}K_{60}$, а в центральной и южно-предгорной зонах на выщелоченном черноземе $N_{90}P_{90}K_{90}$. При совместном применении минеральных и органических удобрений оптимальной следует считать внесение перепревшего навоза 50–60 т/га и минеральных удобрений в дозе $N_{40-60}P_{40-80}K_{45-60}$.

Во всех зонах наиболее эффективно и экономически выгодно внесение всей дозы удобрений под основную обработку почвы. Перенесение части нормы удобрения из основного в рядковое и в подкормку часто снижает прибавки урожая. Это объясняется тем, что внесенные питательные вещества попадают в подсушенный поверхностный слой почвы и мало используется растениями. Кроме этого исследованиями было выявлено отрицательное влияние повышенных доз и близкого расположения удобрений к семенам на полевую всхожесть и начальный рост проростков и всходов, так как в зоне размещения семян значительно повышается концентрация почвенного раствора, особенно при засушливой весне. Следует иметь в виду и то, что при внесении припосевного удобрения отклонения в глубине заделки семян от заданной будет увеличиваться за счет изменения массы сеялки по мере высева удобрений.

Припосевное внесение удобрений и подкормка целесообразны лишь в зонах достаточно и неустойчивого увлажнения

при невозможности внесения всей нормы под основную обработку почвы. Оптимальная доза рядкового удобрения рассчитывается на фосфор и должна составлять P_{20-30} , а в раннюю подкормку (не позднее – 5 июня) – на азот, составляя N_{40-50} кг/га.

Удобрение подсолнечника. Подсолнечник потребляет из почвы большое количество питательных элементов. На формирование 1 т семян расходуется: N_{50-60} ; P_{20-25} ; $K_{100-120}$. Особенно много элементов питания требуется в период от бутонизации до цветения, когда растения быстро накапливают органическое вещество. Ко времени цветения подсолнечник поглощает около 60% N, 80% P_2O и 90% K_2O от общего выноса из почвы. На ранних фазах вегетации, когда идет закладка генеративных органов, растения предъявляют повышенные требования к фосфорному питанию.

Эффективность применения удобрений под подсолнечник зависит от обеспеченности почв элементами питания, способов и сроков их внесения. Многолетние научные исследования и практика показывают, что на черноземных почвах лучшим сочетанием удобрений для подсолнечника является азотно-фосфорное при соотношении азота к фосфору равным 1:1,5 или 1:1. Внесение калия оправдано только на почвах легкого гранулометрического состава и имеющих низкие запасы доступных форм этого элемента.

При низкой обеспеченности почв элементами питания (до 15 мг на 100 г. почвы P_2O_5) рекомендуется вносить под основную обработку N_{40-60} P_{60} при средней (16–30 мг/100 г. P_2O_5) N_{20-30} P_{30} локально при посеве, а при высокой (более 35 мг на 100 г почвы P_2O_5), удобрения не применяют. Когда удобрения вносят при посеве, главное заделать их на 2–10 см в сторону от ряда семян подсолнечника и на глубину 10–12 см.

Удобрение сои. Поступление питательных веществ в растение сои имеет свои особенности по сравнению с другими культурами, что связано с биологией ее развития. Как высокобелковая культура соя потребляет большое количество азо-

та, который она может брать как из почвы, так и из воздуха. При этом соотношение биологического и минерального азота зависит от многих причин, и, в частности, от содержания азота в почве и наличия клубеньков на корнях сои.

Поступление питательных веществ в растение сои отличается крайней неравномерностью на протяжении вегетационного периода. В период от всходов до цветения оно составляет от суммарного усвоения за всю вегетацию лишь 16,6 % азота, 8,4–12,3 % фосфора, 23,8–25,6 % – калия, зато, начиная с фазы цветения до начала налива бобов, эти показатели резко увеличиваются – соответственно до 78,5; 82,2; 50 %. Наиболее интенсивное суточное поступление азота в растения сои происходит в фазы цветения и формирования бобов – 4,9–5,0 кг с одного гектара, фосфора – при формировании бобов – 0,45, калия – через 87–95 дней после всходов – 1,0 кг с гектара.

Несмотря на большие требования сои в элементах питания, она слабее других растений реагирует на внесение удобрений. Это обусловлено симбиозом сои с клубеньковыми бактериями, за счет чего она может удовлетворять 60–70 % своей потребности в азоте. Наряду с этим соя имеет повышенную способность усваивать почвенные запасы фосфора, калия и других элементов питания. Положительный эффект от фосфорных и калийных удобрений получают на почвах с низким их содержанием.

Чем ниже уровень естественного плодородия почвы, тем выше эффективность действия минеральных удобрений. Если на бедной по запасам питательных элементов каштановой почве Волгоградской области прибавка урожайности сои от полного минерального удобрения достигла 35%, то на выщелоченном черноземе центральной экспериментальной базы ВНИИМК, отличающемся высоким уровнем плодородия, повышение урожайности сои от удобрений составляло всего 8,2 %.

Дозы удобрений и соотношение питательных элементов под сою должны быть оптимизированы с учетом фактическо-

го содержания в почве доступных форм элементов питания растений, планируемого урожая и связанной с ним обеспеченностью другими биологическими и агрофизическими факторами его формирования.

При низком содержании в почве P_2O_5 (до 15 мг/кг) вносят $N_{40}P_{60}$; при среднем содержании P_2O_5 (15–30 мг/кг) при посеве $N_{20}P_{30}$, а при высоком содержании P_2O_5 (более 40 мг/кг) минеральные удобрения не эффективны. Фосфорные удобрения вносят осенью под вспашку, азотные – весной под предпосевную культивацию.

Удобрение озимого рапса. Оптимальная норма минеральных удобрений для черноземных почв Краснодарского края под озимый рапс составляет $N_{60}P_{60}K_{60}$. При этом все фосфорно-калийные удобрения вносят под основную обработку почвы. Азотные удобрения вносят в два приема: под предпосевную культивацию N_{15-20} , остальные (N_{40-45}) – при возобновлении весенней вегетации рапса (конец февраля – начало марта). При низком содержании элементов питания в почве, дозы удобрений увеличивают на 20–30 %.

Внесение всей дозы азота до посева недопустимо, так как это приводит к перерастанию растений осенью и к частичной или полной гибели их во время перезимовки.

Удобрение люцерны. Люцерна по-разному отзывается на азотные, фосфорные и калийные удобрения. Неодинаковое влияние на урожай и качество сена люцерны оказывают различные нормы, сроки и способы внесения минеральных удобрений.

Особенно противоречивы мнения ученых по отношению люцерны к азотным удобрениям. Ряд авторов считает, что при удобрении ее минеральным азотом подавляется образование клубеньков и жизнедеятельность азотфиксирующих бактерий, уменьшается общее накопление азота в корнях. При этом, снижается роль люцерны как азотонакопителя, восстановителя плодородия и лучшего предшественника.

Другие исследователи, изучающие применение азотных удобрений под люцерну, в принципе не отрицают целесообразности их использования. По их мнению, однократное или дробное внесение 60–90 кг/га азотных удобрений увеличивает высоту растений, их облиственность, что приводит к увеличению продуктивности люцерны. Содержание жира, протеина, незаменимых аминокислот при этом увеличивалось, а содержание клетчатки уменьшилось на 1–2 %. Увеличение норм азота более 90 кг/га не повышает качества сена люцерны.

По эффективности фосфорных удобрений существует единое мнение как отечественных, так и зарубежных исследователей, что, независимо от норм, сроков и способов внесения, они всегда оказывают положительное влияние на урожайность и качество сена люцерны.

Причина положительного действия фосфора на азотфиксирующую способность клубеньковых бактерий окончательно еще не установлена. Есть мнение, что этот элемент нужен бактериям для синтеза живой плазмы, а не для выполнения ими функций, связанных с усвоением молекулярного азота.

Благоприятное влияние на развитие и активность клубеньковых бактерий, рост растений и корневой массы достигается при внесении P_{60-90} . При этом прибавка урожая сена увеличивается до 50 %, а содержание кормовых единиц до 54 ц/га.

Применение K_{60-90} повышает зимостойкость растений и прочность стебля, увеличивает образование клубеньков на корнях и активизирует деятельность клубеньковых бактерий, а дальнейшее увеличение доз калия не оказывает заметного влияния на развитие клубеньковых бактерий и урожайность люцерны.

По данным Кубанского ГАУ, при выращивании люцерны под покровом ярового ячменя, наибольшую прибавку урожая зеленой массы обеспечивает внесение под основную обработку почвы $N_{40}P_{100}K_{100}$ и ранневесенняя подкормка люцерны второго и третьего года жизни в дозе N_{30} .

3.2 Биологизированная система удобрения

Системы удобрения в зависимости от вида применяемых удобрений бывают: минеральные, органические, органо-минеральные и биологизированные. Последние наиболее полно удовлетворяют потребность выращиваемых культур в элементах питания на протяжении всей вегетации, а также обеспечивают сохранение и воспроизводство почвенного плодородия.

В основе биологизированной системы удобрений лежит максимальное использование местных ресурсов: органических удобрений и фитомелиорантов и на их фоне внесения в почву средних норм минеральных удобрений.

Выращивание бобовых культур и прежде всего многолетних бобовых трав позволяет за счет биологической фиксации азота воздуха решить проблему растительного белка, сохранить плодородие почвы и значительно сократить затраты на применение минеральных удобрений.

Продукция, полученная с участием симбиотически фиксированного азота, отличается высокими пищевыми и кормовыми качествами, безвредна для человека и животных.

После возделывания таких культур как горох и соя в почве остается с корневыми и пожнивными остатками 80–100 кг азота в расчете на 1 га, а после люцерны до 300 кг т.е. больше, чем растения выносят его из почвы за вегетацию. Этого азота достаточно для того чтобы дополнительно получить с 1 га 3,0–9,0 т зерна за время последействия растительных остатков (2–3 года).

Подтверждением этому могут служить данные полученные в стационарном многофакторном опыте, заложенном на опытной станции Кубанского ГАУ. При размещении озимой пшеницы по пласту многолетних бобовых трав на варианте, где в течение 12 лет не применялись удобрения при благоприятных погодных условиях для роста и развития озимой пше-

ницы урожайность зерна составила 77,4 ц/га, а озимого ячменя по обороту пласта – 61,0 ц/га.

Поэтому, выращивая бобовые культуры, активно фиксирующие азот воздуха, можно решить проблему сохранения и даже расширенного воспроизводства плодородия почвы, а также значительно повысить урожайность зерновых культур без применения удобрений.

Кроме этого при отсутствии животноводства, люцерну со второго и третьего укоса, можно использовать в качестве зеленого удобрения, что также существенно снизит себестоимость возделываемых культур.

В биологизированной системе удобрений важное значение имеют органические удобрения. К ним относятся навоз, навозная жижа, птичий помет, солома и зеленые удобрения. Их называют местными удобрениями, так как они используются в хозяйстве на местах получения и содержат небольшое количество азота, фосфора и калия по сравнению с минеральными.

Навоз является основным органическим удобрением. Он содержит все элементы питания, необходимые для растения: азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу, а также микроэлементы – железо, бор, цинк, медь, молибден, марганец, кобальт.

Под влиянием навоза и других органических удобрений улучшаются физико-химические свойства почвы, ее водный и воздушный режим, уменьшается вредное действие почвенной кислотности на рост растений и жизнедеятельность микроорганизмов. Важное значение имеют органические удобрения как источник CO_2 для растений. Кроме того, в навозе содержатся различные ростовые вещества (ауксин, гетероауксин, гиббереллин и др.), которые способствуют росту и развитию растений. При систематическом внесении органических удобрений повышается плодородие почвы.

Качество навоза зависит от состава корма, вида животных, способа накопления и хранения навоза. Средний химиче-

ский состав полуперепревшего навоза КРС: N – 0,5%, P₂O₅ – 0,25 %, K₂O – 0,6%.

Состав навоза сильно изменяется в зависимости от соотношения в нем твердых и жидких выделений животных.

В фермерских хозяйствах при небольшом поголовье животных чаще всего готовят подстилочный навоз, используя в качестве подстилки солому. Ее количество зависит от вида животных: на 1 голову КРС – 10–12 кг соломы в сутки, молотняк КРС – 2–4 кг, лошади – 5,0, овцы – 0,7 кг.

Качество навоза зависит не только от вида животных, их рациона, материала подстилки, но и от способа хранения. При плотной укладке в штабель качество разложившегося через 3–5 месяцев навоза оказывается наилучшим, потеря питательных веществ не превышает 10–15 %. При рыхлой укладке происходит значительная утрата азота, качество навоза снижается.

Навоз повышает урожайность возделываемых культур, в течение нескольких лет после внесения. При этом действие навоза повышается с увеличением норм внесения. Так, при внесении 200 т/га навоза под сахарную свеклу положительное его влияние на урожайность полевых культур прослеживалось в течение пяти лет.

Результаты многолетних опытов проведенных в различных почвенно-климатических зонах страны и за рубежом показали, что наиболее эффективно применять навоз совместно с минеральными удобрениями.

Так, внесение 200 т/га навоза один раз в ротацию 11-польного зернотравяно-пропашного севооборота и применение минимальной нормы минеральных удобрений (в среднем по севообороту N₃₉P₃₂K₂₀) обеспечивает такой же уровень урожайности возделываемых культур, как и одни минеральные удобрения в норме вдвое больше N₇₈P₆₄K₄₀.

Очень ценным органическим удобрением является птичий помет. Все питательные вещества в нем находятся в усвояемой для растений форме.

Для предотвращения потерь аммиачного азота при накоплении и хранении помета в него добавляют 7–10 % порошкового суперфосфата. Бесподстилочный птичий помет содержит 4–6 % азота, 2–3% P_2O_5 и 2–2,5% K_2O .

Птичий помет вносят как до посева, так и в подкормки. Доза сырого помета составляет 4–6, сухого 1–2 т/га. Сырым пометом в дозах 0,8–1,0 т/га разбавленным в 6–7 раз водой, проводят подкормки.

Внесение куриного помета в дозе 5 и 10 т/га обеспечивает такую же урожайность озимой пшеницы как применение минеральных удобрений в норме $N_{100}P_{80}K_{30}$ и $N_{200}P_{160}K_{60}$ соответственно.

Таким образом, несмотря на непрерывно расширяющееся производство минеральных удобрений, навоз является важнейшим источником питательных веществ для растений. Д. Н. Прянишников писал: «Как бы ни было велико производство минеральных удобрений в стране, навоз никогда не потеряет своего значения как одно из главнейших удобрений в сельском хозяйстве».

Важным приемом пополнения почвы органическими веществами является возврат в почву органического вещества в виде соломы и всех пожнивных остатков в почву, а также выращивание сидератов.

Солома и пожнивные остатки других полевых культур содержат 35–40% углерода в форме различных органических соединений и являются важным источником углерода для образования гумуса почвы и уголекислоты для воздушного питания растений. Поэтому пожнивные остатки всех возделываемых в хозяйстве культур следует использовать в качестве органического удобрения.

Солому озимых колосовых культур сначала необходимо заделать дисковыми орудиями на глубину 8–10 см, а затем запахать на нужную глубину. При мелкой заделке соломы лучше протекают микробиологические процессы в почве, происходит более быстрая минерализация органических соедине-

ний и меньше накопление токсических соединений (летучих кислот). При такой заделке соломы более интенсивно размножаются почвенные микроорганизмы, что способствует ускорению утилизации органического вещества.

На площадях, удобренных соломой, желательнее в первую очередь размещать бобовые или пропашные культуры, так как они не страдают от недостатка азота после внесения соломистых удобрений. Это связано с тем, что от внесения соломы до посева этих культур проходит большой промежуток времени. При посеве на этих площадях злаковых культур, для ускорения разложения соломы необходимо вносить азотные удобрения из расчета 10–15 кг д.в. азота на 1 т соломы. Соотношение между урожайностью зерна и соломы у озимой пшеницы и озимого ячменя 1:1. Поэтому при урожайности озимых колосовых культур 5 т/га для минерализации корнепожнивных остатков необходимо внести N_{50-75} , что эквивалентно 150–220 кг/га аммиачной селитры. Минеральные азотные удобрения можно заменить полужидким бесподстилочным навозом из расчета не менее 6–8 т на 1 т соломы.

Запахивание в почву соломы без добавления азотного удобрения не всегда приводит к повышению урожая. Это связано с водно-воздушным режимом и микробиологической активностью почвы. Чаще урожайность первой культуры не изменяется или несколько понижается, а урожайность следующих культур несколько повышается от последствия продуктов разложения органического вещества. Дополнительное внесение азотных удобрений усиливает активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, снимает депрессивное действие соломы в первый год и повышает общую эффективность удобрений. При систематическом внесении эффективность соломы постепенно увеличивается. Таким образом, применение соломы и корне-пожнивных остатков как удобрений улучшает физико-химические свойства почвы, уменьшает потери азота, повышает доступность фосфатов почвы в результате улучшаются условия питания растений.

Зеленое удобрение, или сидерация, применяется для обогащения почвы органическим веществом и азотом. Для этих целей выращивают и заделывают в почву такие культуры как вика, зимующий горох, горчица белая, редька масличная и рапс. Сидеральные культуры можно высевать как парозанимающие и промежуточные. Промежуточные сидераты лучше всего высевать после озимых колосовых культур, по которым будет размещена кукуруза.

Страны Западной Европы, имеющие хорошо развитую отрасль растениеводства, восстанавливают запас питательных веществ в почве за счет применения органических удобрений на 47–48 %. В среднем по Российской Федерации и в Краснодарском крае величина этого показателя вдвое меньше.

Внесение удобрений в системе севооборота намного эффективнее, чем при хаотичном, бессистемном чередовании культур. Это объясняется оптимальным распределением удобрений по культурам севооборота, меньшей засоренностью посевов и улучшением водного режима.

Биологизированная система земледелия предусматривает разработку для каждого севооборота системы удобрения с учетом баланса основных элементов питания.

Дозы азота, фосфора и калия необходимые для возмещения их выноса урожаем рассчитываются с учетом возврата основных элементов питания с пожнивными остатками возделываемых в севообороте культур и навоза.

По рекомендациям научных учреждений, для сохранения окружающей среды от загрязнения, применяемые дозы азотных удобрений не должны превышать 100 % интенсивности баланса. Интенсивность баланса по подвижному фосфору должна составлять 100–120 %, а допустимый интервал этой величины по обменному калию 50–70 %.

Расчет интенсивности баланса основных элементов питания в примерных системах удобрения полевых севооборотах разработанных для различных агроландшафтах и почвенно-

климатических зон края показал, что рекомендуемые нормы удобрения обеспечат сохранение окружающей среды.

Рекомендуемые нормы удобрений под каждую культуру севооборота должны уточняться в зависимости от складывающихся погодных условий, особенностей возделываемого сорта или гибрида, обеспеченности каждого конкретного поля основными элементами питания, почвенной и растительной диагностики.

Задание:

1. Разработать на основании ранее составленного адаптивного почвозащитного севооборота для равнинного агроландшафта сбалансированную биологизированную систему удобрения почвы для различных зон Кубани. (Данные для расчетов представлены в таблицах 11–12).

2. Разработать на основании ранее составленного адаптивного почвозащитного севооборота для низменно-западного агроландшафта сбалансированную биологизированную систему удобрения почвы для различных зон Кубани. (Данные для расчетов представлены в таблицах 11–12).

Таблица 11 – Вынос питательных элементов с урожаем полевых культур

Культура	Вынос 1 ц основной продукции с учетом побочной, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	3,50	1,35	2,40
Озимый ячмень	2,70	1,0	2,30
Кукуруза на зерно	2,80	0,90	2,30
Горох	6,60	1,60	2,0
Соя	7,40	1,80	2,70
Сахарная свекла	0,49	0,16	0,63
Люцерна на сено	2,60	0,60	1,60
Однолетние травы на сено	2,02	0,62	1,73
Многолетние травы на з/к	0,40	0,12	0,30
Однолетние травы на з/к	0,40	0,14	0,48
Кукуруза на силос	0,37	0,11	0,35
Кормовая свекла	0,27	0,15	0,48
Подсолнечник	5,3	2,0	10,1
Картофель	0,6–0,7	0,18–0,22	0,9–1,3
Помидоры	0,25–0,27	0,04–0,05	0,35–0,37
Огурцы	0,16–0,18	0,13–0,15	0,25–0,27
Капуста	0,3–0,35	0,12–0,15	0,4–0,45
Рис	2,42	1,24	3,5

Таблица 12 – Количество питательных веществ, поступающих в почву с пожнивными остатками в расчете на 1 тонну основной продукции

Культура	Вид продукции	Остаётся в почве, кг. д. в.			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	всего
Озимая пшеница	зерно	4,16	1,66	7,48	13,3
Кукуруза на зерно	зерно	5,60	2,20	12,0	19,8
Подсолнечник	семена	7,60	2,45	34,4	44,4
Сахарная свекла	корнеплоды	0,38	0,12	0,64	1,14
Кукуруза на силос	зелёная масса	0,53	0,20	1,20	1,93
Соя	семена	40,0	3,20	4,80	48,0
Люцерна	сено	16,6	3,30	10,0	29,0

Таблица 13 – Форма записи для расчета доз удобрений

Баланс основных элементов питания в _____ севообороте для _____ агро-
ландшафта в _____ зоне Краснодарского края

№ п/п	Культура	Урожайность, ц/га	Вынос с урожаем, кг д. в. на 1 га				Внесено с пожнивны- ми остатками и навозом, кг д. в. на 1 га				Рекомендуется внести, кг д. в. на 1 га			
			N	P	K	всего	N	P	K	всего	N	P	K	всего
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
В среднем по севообороту														

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЧВООХРАННЫХ СЕВООБОРОТОВ В РАЗНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ И ИХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	5
1.1 Агрэкономическое и агроэкологическое обоснование структуры посевных площадей.....	5
1.2 Разработка почвоохранных севооборотов в различных агроландшафтах.....	16
2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ.....	28
2.1 Задачи и обоснование основной обработки почвы.....	28
2.2 Обработка почвы в посевах сельскохозяйственных культур.....	35
2.3 Принципы почвоохранной системы обработки почвы	38
3 СБАЛАНСИРОВАННАЯ БИОЛОГИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ.....	41
3.1 Роль элементов питания в жизни растений и система удобрения основных полевых культур.....	41
3.2 Биологизированная система удобрения.....	55

ОСНОВЫ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Методические указания

Составители: **Василько** Валентина Павловна,
Кравцов Алексей Михайлович,
Сисо Александр Владимирович,
Макаренко Сергей Алексеевич

Подписано в печать _____. Формат 60 × 84¹/₁₆.
Усл. печ. л. – 3,7. Уч.-изд. л. – 3,0.
Тираж 100 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного
аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13