

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ ОВСА ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

А.Г. Власов, С.П. Халецкий, кандидаты с.-х. наук

Т.М. Булавина, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 13.04.2021)

Рецензент: Булавин Л.А., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния на урожайность овса сорта Мирт микроудобрений при разном уровне азотного питания растений. Установлено, что наибольшую урожайность зерна овса 54,3 и 54,2 ц/га обеспечило применение на фоне N_{90} и N_{60+30} микроудобрения Ультрамаг Комби, ВР (2,0 л/га) в фазу выхода в трубку (ДК 31-32). Прибавка урожайности за счет использования этого препарата составила 3,6-3,7 ц/га (7,1-7,3 %), что примерно соответствовало дополнительному внесению азота N_{30} под предпосевную культивацию или в фазу кущения культуры по сравнению с предпосевным использованием N_{60} .

Современные интенсивные технологии возделывания зерновых культур, обеспечивающие получение стабильной урожайности в Беларуси на высокоокультурных суглинистых почвах 5,0-8,0, супесчаных 4,0-6,0 т/га зерна включают в систему применение органических, макро- и микроудобрений. Значение последних повышается при увеличении уровня азотного питания, а также на бедных и известкованных почвах с низким содержанием подвижных форм микроэлементов. Прибавка урожайности от их применения достигает 10-15 %, при этом улучшается качество выращиваемой продукции [12, 14, 15].

Наиболее эффективными способами применения микроудобрений являются некорневые подкормки в период вегетации растений и инкрустация семян. Так, при попадании на листья используется 40-70 % микроэлементов, тогда как при внесении их в почву – лишь несколько процентов, а в некоторых случаях – даже десятые доли процента [12]. Кроме того, некорневые подкормки, как правило, проводятся в критические фазы роста и развития растений. Для яровых зерновых культур по потреблению элементов питания это период от появления всходов до начала выхода в трубку [14, 6 с. 39-43]. Именно поэтому широкое применение для некорневых подкормок в этот период находят комплексные микроудобрения, содержащие в своем составе макро- и микроэлементы.

Из зерновых культур овес считается менее требовательным к почвенному плодородию за счет того, что лучше усваивает питательные вещества из почвы. В то же время высокую урожайность этой культуры можно получить только на почвах с повышенным содержанием элементов минерального питания при достаточной влагообеспеченности и применении оптимальных доз удобрений [2, 3, 5].

Известно, что на дерново-подзолистых почвах основным фактором является азот [13]. Оптимальные его дозы для овса в условиях республики не превышают 90-120 кг/га д.в. [2, 5, 7]. Как и все зерновые, овес чувствителен к недостатку микроэлементов и, прежде всего, меди и марганца. Дефицит последнего отмечается при pH почвы более 6,0 [12].

В Беларуси исследования по оценке эффективности применения микроудобрений при возделывании овса проводились рядом авторов [3, 8-11]. В то же время в недостаточной степени изучено их влияние на урожайность этой культуры при разном уровне азотного питания растений, что послужило основанием для проведения наших исследований.

Материалы и методика исследований. В 2018-2020 гг. изучали влияние микроудобрений на урожайность овса при различном уровне применения азотных удобрений. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,31-2,89 %, P_2O_5 – 218-246 мг/кг, K_2O – 268-366 мг/кг почвы, pH (в KCL) – 5,2-6,3. Предшественник овса – озимая пшеница. Минеральные удобрения ($P_{60}K_{100}$) вносили под зяблевую вспашку. Весной при наступлении физической спелости почвы под предпосевную обработку применяли азотное удобрение (карбамид) в соответствии со схемой опыта. Подкормка проводилась этим же удобрением в фазу кущения культуры. Норма высева семян овса пленчатого сорта *Мирт* составляла 5,0 млн/га всхожих семян. Уход за посевами овса проводили в соответствии с отраслевым регламентом возделывания этой культуры. Комплексные микроудобрения Максимум, кр.п. (N общий – 20 %; P_2O_5 – 20 %; K_2O – 20 %; MgO – 0,5 %; SO_3 – 0,4 %; Mn – 0,01 %; B – 0,05 %; Zn – 0,04 %; Cu – 0,06 %; Fe – 0,11 %; Mo – 0,001 %) и Ультрамаг Комби, BP (N общий – 15±6 %; MgO – 2±0,6 %; SO_3 – 4,5±1,3 %; Fe – 0,8±0,2 %; Mn – 1,1±0,3 %; Zn – 1±0,3 %; Cu – 0,9±0,3 %; Mo – 0,005±0,002 %; Ti – 0,02±0,01 %) вносили в фазу выхода в трубку овса (ДК 31-32), а микроудобрение Наноплант, Ж (Co не менее 0,36 г/л; Mn не менее 0,36 г/л; Cu, не менее 0,43 г/л; Fe не менее 0,60 г/л; Zn не менее 0,25 г/л; Cr не менее 0,45 г/л; Mo не менее 0,45 г/л; Se не менее 0,45 г/л) использовали для предпосевной обработки семян совместно с протравителем и в фазу выхода в трубку (ДК 31-32) в дозах согласно схеме опыта.

Определение влажности почвы, элементов структуры урожайности овса проводилось по общепринятым методикам. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась в программе Statistica 6.0.

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что критический период овса по отношению к влаге приходится на фазы выход в трубку, выметывание и цветение [1]. Обеспечение культуры влагой в этот период способствует повышению эффективности применения средств интенсификации и росту урожайности [4]. Поэтому влажность почвы является важным критерием для оценки влагообеспеченности растений в период вегетации.

В период проведения исследований влажность почвы по фазам развития овса изменялась в зависимости от погодных условий во время вегетации. Так, в

2018 г. сев культуры проводился в более сухую почву (17,9 %) чем в 2019 г. и 2020 г. В последующем в 2018 г. с фазы выхода в трубку в посевах овса отмечался недостаток почвенной влаги, а в фазу флагового листа до начала цветения наблюдался ее острый дефицит. Влажность пахотного слоя почвы в указанные выше фазы развития культуры составила 7,2 и 3,4-3,5 % соответственно. В 2019 г. растения овса в течение вегетации не испытывали критического недостатка влаги, а условия в фазу кущения и выхода в трубку были благоприятными по увлажнению почвы (20,6-24,8 %), что в последующем положительно сказалось на уровне урожайности зерна. Наиболее влажным за период проведения исследований был 2020 г. Значительное количество осадков в фазу трех листьев – кущения культуры обеспечило повышенную влажность почвы до 20,5-23,7 %, в последующем практически еженедельные дожди до конца цветения поддерживали значение этого показателя на уровне 14,4-18,7 %. Осадки в период налива и созревания зерна увеличили влажность почвы до 17,2-20,5 %. Это способствовало активным ростовым процессам растений, что на фоне высокого уровня азотного питания приводило к полеганию посевов (таблица 1).

Таблица 1 – Влажность почвы по фазам развития растений овса, %

Фаза развития	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Посев (сухое зерно)	17,9	22,2	19,6
Всходы (первый лист)	16,7	16,6	15,7
Три листа	11,0	14,0	23,7
Кущение	10,3	24,8	20,5
Выход в трубку (1-й узел)	7,2	20,6	16,0
Флаговый лист	3,5	9,4	14,4
Выметывание	3,4	11,4	14,7
Начало цветения	3,4	8,8	14,7
Конец цветения	13,4	6,9	18,7
Молочно-восковая спелость	16,3	7,1	20,5
Созревание	9,8	9,8	17,2

Применение микроудобрений на фоне различного уровня азотного питания растений овса способствовало, в первую очередь, увеличению озерненности метелки и массы 1000 зерен. Это связано с тем, что в фазу выхода в трубку, когда применялись изучаемые препараты, в процессе органогенеза определяется сколько полноценных колосков и цветков будет развиваться в метелке, а также в какой степени в последующем они будут обеспечиваться всеми элементами питания. Обработка семян микроудобрением наноплант в сочетании с опрыскиванием им вегетирующих посевов способствовала улучшению формирования всех элементов структуры урожайности. На эти показатели также оказывали влияние азотные удобрения, которые применяли при возделывании овса (таблица 2).

Обработка семян овса микроудобрением Наноплант (0,5 л/т) с последующим его применением по вегетирующим растениям в фазу появления 1-го узла (0,1 л/га) способствовала повышению числа продуктивных стеблей на 5,2-11,6

Таблица 2 – Структура урожайности овса в зависимости от вида применяемого микроудобрения и уровня азотного питания (среднее за 2018-2020 гг.)

Микроудобрение	Доза азота	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г
Без микроудобрений	60	424,1	33,7	35,8
	90	432,5	34,9	36,1
	60+30	445,7	35,3	36,2
	90+30	452,8	33,3	36,0
	<i>Среднее</i>	438,8	34,3	36,0
Максимус, 1,0 кг/га	60	425,3	35,3	36,5
	90	433,9	36,8	36,7
	60+30	448,0	37,0	36,6
	90+30	453,4	36,5	36,3
	<i>Среднее</i>	440,1	36,4	36,5
Ультрамаг Комби, 1,0 л/га	60	429,6	35,1	36,1
	90	439,4	35,7	36,6
	60+30	446,3	36,7	36,3
	90+30	458,1	35,8	36,0
	<i>Среднее</i>	443,3	35,8	36,2
Ультрамаг Комби, 2,0 л/га	60	429,4	36,8	35,9
	90	436,2	37,7	36,2
	60+30	446,5	38,0	36,6
	90+30	457,4	37,5	36,3
	<i>Среднее</i>	442,4	37,5	36,3
Наноплант, 0,5 л/т + 0,1 л/га	60	429,3	36,6	36,1
	90	440,4	37,3	36,3
	60+30	453,1	37,9	36,4
	90+30	464,4	37,1	36,5
	<i>Среднее</i>	446,8	37,2	36,3

шт./м² (1,2-2,6 %) в зависимости от уровня азотного питания. При использовании для обработки растений овса препаратов Максимус (1,0 кг/га) и Ультрамаг Комби (1,0 и 2,0 л/га) этот показатель увеличился на 0,1-1,6 %.

Наибольшая озерненность метелки овса была при использовании микроудобрений Ультрамаг Комби (2,0 л/га) и Наноплант (0,5 л/т + 0,1 л/га) на фоне N₆₀₊₃₀ – 38,0 и 37,9 шт. соответственно. Увеличение числа зерен по сравнению с вариантом, где эти препараты не применяли, составило 2,7 и 2,6 шт. (7,7 и 7,4 %).

Максимальная масса 1000 зерен овса (36,6-36,7 г) была получена при обработке посевов микроудобрением Максимус (1,0 кг/га) на фоне внесения азота в дозе N₉₀ и N₆₀₊₃₀, а также при использовании Ультрамаг Комби (1,0 л/га) на фоне N₉₀ и Ультрамаг Комби (2,0 л/га) при применении N₆₀₊₃₀. Увеличение этого показателя по сравнению с вариантами, где эти препараты не применяли, составил 0,4-0,6 г (1,1-1,7 %).

Повышение дозы азота с N₆₀ до N₉₀ при предпосевном его внесении и возделывании овса без применения микроудобрений способствовало увеличению числа продуктивных стеблей в среднем за 3 года на 8,4 шт./м² (2,0 %), числа зе-

рен в метелке на 1,2 шт. (3,6 %), массы 1000 зерен на 0,3 г (0,8 %). Проведение подкормки в дозе N_{30} в фазу кущения на фоне N_{60} увеличивало эти показатели на 21,6 шт./м² (5,1 %), 1,6 шт. (4,7 %) и 0,4 г (1,1 %) соответственно. Дополнительное внесение N_{30} на фоне N_{90} увеличивало количество продуктивных стеблей на 20,3 шт./м² (4,7 %). При этом озерненность метелки овса и масса 1000 зерен снижалась вследствие полегания посевов на 1,6 шт. (4,6 %) и 0,1 г (0,3 %) соответственно.

В среднем за 3 года наибольшая урожайность зерна овса (54,3 и 54,2 ц/га) получена при применении на фоне N_{90} и N_{60+30} микроудобрения Ультрамаг Комби (2,0 л/га, ДК 31-32). При возделывании этой культуры без использования микроудобрений максимальная урожайность (50,6 ц/га) была сформирована в варианте с применением азота в дозе N_{60+30} . Следовательно, за счет применения Ультрамаг Комби (2,0 л/га) дополнительно получено 3,6-3,7 ц/га (7,1-7,3 %) зерна овса. Примерно такая же прибавка урожайности (3,4-4,5 ц/га или 7,4-9,8 %) была получена при дополнительном внесении азота N_{30} в фазу кущения культуры на фоне предшествующего предпосевного использования N_{60} , а также при применении N_{90} до посева в сравнении с N_{60} (таблица 3).

Подкормка азотом (N_{30}) в фазу кущения овса на фоне предпосевной дозы N_{90} при возделывании этой культуры без применения микроудобрений приводила к снижению урожайности в среднем за 3 года на 2,8 ц/га (5,7 %). Это связано с высокой степенью полегания посевов в 2020 г. из-за обильного выпадения осадков в период вегетации культуры. Снижение урожайности при этом составило 11,6 ц/га (22,7 %). В тоже время в 2018 г. азотная подкормка обеспечила достоверный рост урожайности на 2,1 ц/га (4,9 %). В 2019 г. существенных различий между указанными выше вариантами не отмечалось. Использование микроудобрений позволяло в некоторой степени уменьшить негативный эффект снижения урожайности от полегания посевов при высокой дозе азота N_{90+30} в 2020 г. Так, при применении микроудобрений Максимус (1,0 кг/га) и Ультрамаг Комби (1,0 и 2,0 л/га) урожайность зерна овса уменьшилась на 6,6-9,2 ц/га (12,5-16,0 %), а при использовании препарата Наноплант (0,5 л/т + 0,1 л/га) на 3,0 ц/га (5,8 %).

Выводы

1. Микроудобрения Максимус, кр.п. (1,0 кг/га), Ультрамаг Комби, ВР (1,0 и 2,0 л/га), Наноплант, Ж (0,5 л/т + 0,1 л/га) при использовании на посевах овса сорта *Мирт* способствовали увеличению озерненности метелки на 7,4-7,7 %, массы 1000 зерен на 1,1-1,7 % и числа продуктивных стеблей на 0,1-2,6 %. При повышении уровня азотного питания растений с N_{60} до N_{60+30} и N_{90} отмечалось увеличение числа зерен в метелке на 3,6-4,7 %, числа продуктивных стеблей на 2,0-5,1 % и массы 1000 зерен на 0,8-1,1 %.

2. Наибольшую урожайность зерна овса 54,3 и 54,2 ц/га обеспечило применение на фоне N_{90} и N_{60+30} микроудобрения Ультрамаг Комби, ВР (2,0 л/га) в фазу выхода в трубку (ДК 31-32). При возделывании овса без использования микроудобрений максимальная урожайность (50,6 ц/га) была получена при вне-

Таблица 3 – Урожайность зерна овса в зависимости от вида микроудобрения и уровня азотного питания растений, ц/га

Микроудобрение	Доза азота	2018 г.	2019 г.	2020 г.	<i>Среднее</i>
Без микроудобрений	60	39,7	50,7	48,0	<i>46,1</i>
	90	42,9	54,5	51,0	<i>49,5</i>
	60+30	43,9	55,5	52,4	<i>50,6</i>
	90+30	45,0	55,8	39,4	<i>46,7</i>
	<i>Среднее</i>	<i>42,9</i>	<i>54,1</i>	<i>47,7</i>	<i>48,2</i>
Максимум, 1,0 кг/га	60	42,0	55,6	48,9	<i>48,8</i>
	90	44,9	58,8	53,0	<i>52,2</i>
	60+30	45,6	59,5	53,5	<i>52,9</i>
	90+30	46,7	59,0	46,4	<i>50,7</i>
	<i>Среднее</i>	<i>44,8</i>	<i>58,2</i>	<i>50,5</i>	<i>51,2</i>
Ультрамаг Комби, 1,0 л/га	60	41,8	55,3	53,3	<i>50,1</i>
	90	44,9	58,9	56,1	<i>53,3</i>
	60+30	45,8	59,4	55,8	<i>53,7</i>
	90+30	46,7	59,4	48,5	<i>51,5</i>
	<i>Среднее</i>	<i>44,8</i>	<i>58,3</i>	<i>53,4</i>	<i>52,2</i>
Ультрамаг Комби, 2,0 л/га	60	43,0	56,9	53,8	<i>51,2</i>
	90	45,5	60,0	57,5	<i>54,3</i>
	60+30	46,1	60,5	55,9	<i>54,2</i>
	90+30	46,9	60,2	48,3	<i>51,8</i>
	<i>Среднее</i>	<i>45,4</i>	<i>59,4</i>	<i>53,9</i>	<i>52,9</i>
Наноплант, 0,5 л/т + 0,1 л/га	60	41,9	56,4	51,5	<i>49,9</i>
	90	44,8	59,1	51,7	<i>51,9</i>
	60+30	45,8	59,5	54,1	<i>53,1</i>
	90+30	46,7	60,2	48,7	<i>51,9</i>
	<i>Среднее</i>	<i>44,8</i>	<i>58,8</i>	<i>51,5</i>	<i>51,7</i>
НСР ₀₅ частные средние		2,4	2,98	3,14	
микроудобрение		1,2	1,49	1,57	
азот		1,1	1,33	1,41	

сении азота в дозе N₆₀₊₃₀. Прибавка урожайности за счет применения Ультрамаг Комби (2,0 л/га) составила 3,6-3,7 ц/га (7,1-7,3 %), что примерно соответствовало увеличению урожайности (3,4-4,5 ц/га или 7,4-9,8 %) от внесения N₃₀ в фазу кушения культуры на фоне предшествующего предпосевного использования N₆₀, а также при применении N₉₀ до посева в сравнении с N₆₀.

Литература

1. Богачков, В.И. Овес в Сибири и на Дальнем Востоке / В.И. Богачков. – М. : Россельхозиздат, 1986. – 127 с.
2. Богдевич, И.М. Эффективность применения минеральных удобрений под овес на дерново-подзолистых почвах Беларуси / И.М. Богдевич, Л.В. Очковская, В.В. Барашенко // Почвенные исследования и применение удобрений. Межведомственный тематический сборник / Под редакцией И. М. Богдевича. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2001. – Вып. 26. – С. 5-12.
3. Вильдфлуш, И.Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 293 с.

4. Концевая, М.Ф. Влияние сроков посева, норм высева и агрофонов на урожай овса сорта Кондор : автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук : 06.01.05 / М.Ф. Концевая ; Бел. ордена трудовой красного знамени сельхозох. акад. – Горки, 1975. – 23 с.

5. Лапа, В.В. Влияние азотных удобрений на урожай овса и вынос элементов питания / В.В. Лапа, В.Н. Босак, Е.М. Лимантова, Т.М. Германович // Почвоведение и агрохимия : Сб. науч. тр. / Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии ; редкол.: И.М. Богдевич [и др.]. – Минск, 1998. – Вып.30. – С. 89-95.

6. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.

7. Лапука, Л.П. Влияние доз азотных удобрений и норм высева на урожай ячменя и овса // Л.П. Лапука, З.П. Лапука // Пути повышения урожайности полевых культур : межвед. тематич. сб. / Белорусский НИИ земледелия ; редкол.: В. П. Самсонов [и др.]. – Минск: Ураджай, 1991. – Вып. 22. – С. 49-58.

8. Лопух, М.С. Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений на урожай и качество овса голозерного при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / М.С. Лопух ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2011. – 21 с.

9. Мишура, О.И. Эффективность применения микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста при возделывании гороха и овса на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / О.И. Мишура ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 23 с.

10. Мурзова, О.В. Эффективность применения новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании овса голозерного и пленчатого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / О. В. Мурзова ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2017. – 24 с.

11. Рак, М.В. Влияние некорневых подкормок микроэлементами на урожайность овса на дерново-подзолистой супесчаной почве / М. В. Рак, М. Ф. Дембицкий, Г. М. Сафроновская // Почвенные исследования и применение удобрений : межвед. тематич. сб. / РУП “Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси”. – Минск, 2004. – Вып. 28 – С. 203-209.

12. Рак, М.В. Некорневые подкормки микроудобрениями в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М.В. Рак, М.Ф. Дембицкий, Г.М. Сафроновская // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – №2. – С. 25-27.

13. Семененко, Н.Н. Научные основы совершенствования системы управления продукционным процессом зерновых культур / Н.Н. Семененко // Земледелие и защита растений. – 2019. – №1. – С. 3-12.

14. Система применения органических, минеральных макро- и микроудобрений в севооборотах : рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2012. – 56 с.

15. Система применения удобрений под сельскохозяйственные культуры для высококультуренных дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных почв, обеспечивающая получение 9-10 т к. ед. с 1 га севооборотной площади при высоких показателях качества продукции и снижение затрат на минеральные удобрения на 15-20% : рекомендации / Е.Г. Мезенцева [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. – 26 с.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MICROFERTILIZERS TO OATS WITH A DIFFERENT LEVEL OF NITROGEN NUTRITION **A.G. Vlasov, S.P. Khaletsky, T.M. Bulavina**

The paper presents the research results on the effect of microfertilizers on the yield of the oats variety Mirt with a different level of nitrogen nutrition. It was established that the application of the microfertilizer Ultramag Combi, WS (2.0 l/ha) at the stem elongation stage (AC 31-32) against the

background N_{90} and N_{60+30} provided the highest oats yield (54.3 and 54.2 dt/ha). Due to the application of the preparation the yield increase amounted to 3.6-3.7 dt/ha (7.1-7.3 %), which was approximately equivalent to the additional application of nitrogen N_{30} at the time of pre-sowing cultivation or at the tillering stage in comparison with pre-sowing use of N_{60} .

УДК 633.15: 631 [559+51]

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ И СРОКОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

Л.А.Булавин, доктор с.-х. наук, А.П. Гвоздов, Д.Г. Симченков,
кандидаты с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 17.02.2021)

Рецензент: Володькин Д.Н., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по изучению влияния обработки почвы на урожайность зерна кукурузы в условиях Центральной зоны Беларуси. Минимализация обработки почвы и нарушение сроков ее проведения снижали этот показатель лишь на 0,3-4,3 %. Наименьшие различия по урожайности зерна кукурузы в сравнении с ежегодной отвальной обработкой почвы отмечались при комбинированной обработке, предусматривающей чередование в севообороте вспашки и чизелевания. Проведение подпочвенного рыхления на глубину 45 см увеличило урожайность зерна кукурузы при ежегодной вспашке в севообороте на 2,5 %, а ежегодном чизелевании – на 1,9 %.

Важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур является обработка почвы, которой принадлежит значительная роль в регулировании основных факторов жизни растений и формировании их урожайности. Этот агроприем оказывает существенное влияние на физические, водно-воздушные, биологические и агрохимические свойства пахотного горизонта, а также на фитосанитарное состояние посевов [4].

Традиционная обработка почвы, основанная на ежегодном проведении вспашки, требует значительных затрат топлива и рабочего времени, что не позволяет в условиях производства провести ее в полном объеме в оптимальные сроки. Это способствует увеличению засоренности посевов и распространенности корневых гнилей, спорыньи, а также таких видов вредителей как проволочник, тля, листоед и т.д. [8]. При этом существенно снижается интенсивность микробиологических процессов в почве по минерализации растительных остатков для питания растений. Все это приводит к снижению урожайности возделываемых культур [4].

Сельскохозяйственные культуры различаются по реакции на нарушение оптимальных сроков проведения зяблевой вспашки. Так, если у однолетних трав, люпина узколистного, рапса ярового, ячменя, овса снижение урожайности