

УДК 633.2.031

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ УДОБРЕНИЕ МЯТЛИКОВЫХ КУЛЬТУР**Сутягин В.П., Тюлин В.А.***ФГБОУ ВО Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь,
e-mail: sutiagin.victor2011@yandex.ru*

Установлено, что эффективность азотных удобрений выше при трехкратном скашивании травостоя. Прибавка абсолютно сухого вещества на 1 кг азота в варианте N120 + 80 + 40 составляла 21,0 кг. Максимальный суточный прирост сухого вещества в вариантах без удобрений в среднем за 5 лет был при скашивании 1-го укоса в фазу начала цветения. Выявлено, что рост и развитие культурных и сорных растения существенно зависит от позиционной доступности минеральных удобрений, увеличиваясь на 15 – 20% при поверхностном или мелком внесении удобрений. В отличие от сорняков растения ячменя интенсивнее поглощают элементы питания из удобрений при их размещении экраном на глубину 10 см или же перемешивании со слоем 10 см. Позиционная доступность азота в фазу всходов – кущения определяет величину урожайности ячменя, а калия – в фазу кущения ячменя.

Ключевые слова: минеральные удобрения, многолетние травы, ячмень, сорные растения, фосфорные удобрения, калийные удобрения, позиционная доступность удобрений, урожай культур

THE DIFFERENTIATED FERTILIZER OF BLUEGRASS CULTURES**Sutyagin V.P., Tyulin V.A.***FGBOU IN the Tver state agricultural academy, Tver, e-mail: sutiagin.victor2011@yandex.ru*

It is established that efficiency of nitrogen fertilizers is higher at triple beveling of herbage. Increase absolutely solid on 1 kg of nitrogen in N120 option + 80 + 40 sostavlyakl of 21,0 kg. The maximum daily gain of solid in the varikantakh without fertilizers on average in 5 years was when beveling the 1st hay crop in a phase of the beginning of blossoming. It is revealed that growth and development cultural and weed plants significantly depends on position availability of mineral fertilizers, increasing by 15 – 20% at superficial or small application of fertilizers. Unlike barley plant weeds absorb batteries from fertilizers at their placement by the screen on depth of 10 cm or hashing with a layer of 10 cm more intensively. Position availability of nitrogen in a phase of shoots – a kushcheniye determines the size of productivity of barley, and potassium – in a barley kushcheniye phase.

Keywords: mineral fertilizers, perennial of a grass, barley, weed plants, phosphoric fertilizers, potash fertilizers, position availability of fertilizers, harvest of cultures

Повышение эффективности использования минеральных удобрений следует изыскивать, с одной стороны, в улучшении агрохимических свойств почв и равномерности распределения их по поверхности почвы, т.е. горизонтальное распределение, а, с другой стороны, в совершенствовании способов их размещения в почве, т.е. вертикальное или позиционное распределение.

В начальные фазы развития корневая система культурных растений, в том числе ячменя и кукурузы, очень медленно внедряется в глубь почвы и лишь на 25-30 день достигает глубины 17-24 см [11]. Но критический период у многих полевых культур относительно фосфора ограничивается первыми 10-20 днями после появления их всходов, а относительно азота первыми 15-30 днями [1, 15, 16, 17]. В результате глубокая на 18-20 см заделка в почву удобрений задерживает поступление элементов минеральной пищи в растение на 15-18 дней [11].

Раздельное применение минеральных удобрений, когда большая часть фосфорных и калийных удобрений вносится с осени под вспашку, а азотных – весной, в том

числе под предпосевную культивацию, резко сдвигает соотношение между N, P, K в сторону азота (10-8 : 3-2 : 2-1). Избыточное количество азота сильно задерживает прорастание семян, замедляет развитие растений и отрицательно сказывается на их продуктивности [18].

Исследования А.В. Соколова [12] показали, что размещение в верхнем слое почвы фосфорных удобрений благоприятствует быстрому проникновению корней растений в глубь почвы, тогда как азотные удобрения при аналогичном размещении вызывают усиленное ветвление корней с образованием их густой сетки именно в том слое, в который эти удобрения были внесены. Поэтому фосфорные и калийные удобрения более глубоких слоев почвы становятся менее доступными растениям.

При заделке удобрений под плуг почва на глубине размещения удобрений прогревается медленно и ее температура сравнительно долгое время в Нечерноземной зоне удерживается на уровне 8-10°C, что далеко от оптимальной для жизнедеятельности корневой системы культур. Это задерживает проникновение корней в зону расположе-

ния удобрений и замедляет поглощение ими азота и фосфора.

Большинство авторов глубину размещения внесенных удобрений оценивают по величине заглабления рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Но исследования показывают, что в сравнении с глубиной работы почвообрабатывающих орудий основная масса вносимых на поверхность почвы удобрений заделывается при вспашке плугом с предплужником на 15-30%, при вспашке без предплужника – на 40-70%, при работе культиватора – на 50-75%, при бороновании – на 60-80% мельче [1, 4]. Следовательно, существующие рекомендации по глубине заделки удобрений строятся на предполагаемом, а не на фактическом размещении удобрений в почве.

В работах ряда авторов [5, 7, 6] мы находили сведения об опытах, в которых на вариантах с мелкой заделкой удобрений урожай культур не уступал или был существенно выше, чем на вариантах с глубокой заделкой. Некоторые авторы сообщают о результатах ряда опытов, где в засушливых районах внесение удобрений в поверхностный слой почвы не уступало или превосходило глубокую запашку их плугом с осени [3, 24].

Ромашов И.П. [9] (1969) указывал, что при внесении под первый укос N180 наблюдается некоторое последствие удобрений на втором укосе. На кострцово-овсянице-ежовом травостое в условиях суходольного луга нормального увлажнения отрицательное последствие 3-х и 4-х укосов, проводимых в течение года, при рекомендуемых дозах удобрений (N120P60K90 – N240P60K180) не проявилось. При более продолжительном (два-три года) 3-4-укосном использовании трав отрицательное влияние частого скашивания можно устранить путем снятия двух укосов в течение 1-2 лет. Это способствует регулированию запасов углеводов в надземных органах растений.

В условиях Нечерноземной зоны РФ, как показывает накопленный опыт, необходимо вносить азотные удобрения дробно. Важно уточнить, как лучше распределить дозы азотных удобрений в течение сезона [9]. В опыте В.А. Стороженко [13] на пойменном орошаемом пастбище при дозе 240 кг азота по фону P90K150 самым эффективным был вариант, где азот вносился в три приема равными дозами по N80 – рано весной, после второго и четвертого циклов стравливания. В дальнейшем наилучших результатов достигли при трех-, пятикратном внесении азота равными долями в течение пастбищного периода [23].

На торфяных почвах азотное удобрение при равномерном его распределении в течение сезона не повлияло на выход корма по циклам использования. Различные варианты распределения азота не оказали воздействия на выход корма [8].

Р.А. Афанасьевым [2] выявлено, что при 15-дневной периодичности срезания по сравнению с 30-дневной урожай зеленой массы снизился на поливном фоне с 30,3 до 17,3 т с 1 га, на богарном с 21,3 до 12,2 т с 1 га. Однако большинство ученых [10, 19, 20, 21, 22] считают, что максимальный сбор сухого вещества наблюдается при двух скашиваниях.

Методика. Опыт 1 по формированию продуктивности злакового травостоя при дифференцированном распределении минерального азота по укосам на дерново-подзолистой супесчаной слабокислой почве. В схему опыта включены три блока делянок 2, 3 и 4 – х укосные. Распределение удобрений представлено в таблице 1.

Для выявления позиционной доступности минеральных удобрений и её влияния на мятликовые культурные и сорные растения была заложена серия мелко деляночных и стационарных опытов. Почвы опытных участков были представлены дерново – среднеподзолистыми супесчаными почвами с содержанием гумуса 2,0...2,8%, фосфора – 150...220 мг/кг, калия – 90...120 мг/кг почвы.

В мелко деляночном опыте 2 была выбрана следующая градация глубины заделки удобрений: 1) без внесения удобрений – контроль – (0), 2) поверхностное применение удобрений перед посевом (Г-0), 3) заделка удобрений экраном на глубину 5 см (Г-5), 4) заделка удобрений экраном на глубину 10 см (Г-10), 5) заделка удобрений экраном на глубину 20 см (Г-20), 6) перемешивание минеральных удобрений со слоем почвы 5 см (П – 0-5), 7) перемешивание удобрений со слоем почвы 10 см (П – 0-10), 8) перемешивание удобрений со слоем почвы 20 см (П-0-20).

Анализ эффективности использования азотных удобрений показал, что она выше при трехкратном скашивании травостоя. Прибавка абсолютно сухого вещества на 1 кг азота в варианте N120 + 80 + 40 составляла 21,0 кг. Самая низкая отдача от азотных удобрений была в четырех укосном блоке. Объясняется это тем, что активный прирост зеленой массы у злаковых трав наблюдается до фазы выколашивания, при четырех же укосах мы скашиваем травостой в фазу трубкавания (табл. 1). В сообщении Н.И. Герасимовой (1979) оплата 1 кг азота в неорошаемых условиях в среднем за

три года при четырехкратном скашивании травостоя и внесении N90 под укос составила 19,0 кг абсолютно сухой массы. В среднем за три года прибавка урожая в пользу четырех укосного использования травостоя по сравнению с трехкратным составила 9,0 ц с 1 га или 7,0%, а в засушливое лето 18,0 ц или 13,9%. В условиях Прибалтики (Петерсонэ Р.Э., 1976) при трехукосном использовании сенокоса и внесении высоких доз азота (N120-240) на каждый килограмм азота сбор сухого вещества травы на 3,8-23,1% был выше, чем при двухукосном.

Наиболее высокий сбор протеина в исследовании был при четырех укосном использовании. Причем это наблюдалось и в вариантах контрольных, и с минеральными удобрениями. В 19 варианте выход сухого протеина составил 1,7 т с 1 га; в 12 – 1,6; в 6 – 1,5. По мнению И.П. Лепковича (1989),

экономически оправдано применение N под злаковые травы при их пастбищном использовании дозой N300 в год, при 3-укосном – N200-250 и двухукосном – N150. Сбор обменной энергии (ОЭ) в урожае возрастает при этом до 6-9 тыс. ЭКЕ (энергетических кормовых единиц). Сбор протеина превысил 1,0 т/га. Пятилетние наши исследования показали, что при трех укосах продуктивность луга может достигнуть 9,35 т корм. ед. с 1 га. Это возможно в варианте с убывающими дозами минерального азота к осени. Несколько меньше отмечен выход кормовых единиц при четырех скашиваниях (около 8,3 т с 1 га). Следует отметить сравнительно высокую продуктивность контрольных вариантов. Это говорит о том, что ежовый травостой при регулярном скашивании даже без внесения удобрений на плодородной почве способен наращивать биомассу.

Таблица 1

Продуктивность травостоя в среднем за 5 лет (опыт 1)

№ варианта	Распределение N240 под укосы	Абсолютно сухое вещество		Выход сырого протеина, т/га	кормовых единиц, т/га
		урожай, т/га	прибавка на 1 кг азота, кг		
2-укосное пользование					
1	Без удобрений	4,6	-	0,5	3,2
2	80P75 + 75K (фон 1)	7,0	-	0,8	4,8
	на фоне 1				
3	240 + 0	11,6	19,4	1,6	7,8
4	120 + 120	ПД	17,1	1,4	7,4
5	160 + 80	11,7	19,5	1,5	7,9
6	144 + 96	11,9	20,3	1,6	8,0
3-укосное использование					
7	Без удобрений	3,9	-	0,5	3,4
8	80P75 + 0 + 75K				
	(фон 2)	6,2	-	0,8	4,8
	на фоне 2				
9	240 + 0 + 0	10,5	17,8	1,6	8,7
10	80 + 80 + 80	10,9	19,4	1,6	9,0
11	160 + 80 + 0	10,9	19,6	1,6	9,0
12	120 + 80 + 40	11,3	21,0	1,6	9,3
4-укосное использование					
13	Без удобрений	4,0	-	0,6	3,4
14	80P75 + 0 + 0 + 75K				
	(фон 3)	5,7	-	0,9	4,7
	на фоне 3				
15	240 + 0 + 0 + 0	9,0	13,7	1,7	7,7
16	60 + 60 + 60 + 60	9,5	15,8	1,5	8,0
17	160 + 0 + 80 + 0	9,8	17,2	1,7	8,3
18	120 + 80 + 40 + 0	10,0	17,7	1,6	8,4
19	96 + 72 + 48 + 24	10,0	17,8	1,7	8,4
20	86 + 69 + 51 + 34	9,9	17,6	1,7	8,3
	HCP ₀₅	0,5			

Наиболее равномерное распределение корма отмечалось при внесении равных доз азота, особенно при 4 укосах. Колебание урожайности в зависимости от погодных условий были резко выражены в 1-м укосе. Так, на 5-й год исследований при 4 скашиваниях прирост урожая составил 59,3, а в 1983 г. – 197,0 кг на 1 га в сутки. У Н. Маслинкова и др. удобрение травосмеси только фосфором и калием не увеличивает урожая, а внесение азота на этом фоне при распределении дозы 0-20-30-50-0% и 10-20-30-40-0% способствует значительному повышению общего урожая по циклам использования, а также равномерному получению зеленого корма в течение весны и лета.

Максимальный суточный прирост сухого вещества в вариантах без удобрений в среднем за 5 лет был при скашивании 1-го укоса в фазу начала цветения – 62,3 кг/га, что почти на 1/3 больше, чем в фазу трубкавания – 44,3 кг. При внесении с весны N240 и скашивании в фазу начала цветения прирост достиг 158,3 кг/га в сутки. Отсутствие летней и осенней подкормок снижает интенсивность нарастания биомассы осенью в 6 раз в сравнении с весенней (в варианте 15-м 1-го укоса 130,9 кг/га, а 4-го – 20,9 кг/га).

По годам опыта максимальный урожай получен на 4-й год опыта, в 6 варианте 18,1 т с 1 га, а в 1-й год опыта – 8,45 т с 1 га сухой массы.

Подобная тенденция наблюдается и в других вариантах. На 5-й же год опыта продуктивность травостоя снижается до уровня 1-го года исследований. Существенной разницы не отмечено в последний год изучения между 2 и 3 скашиваниями, а в 1-й год опыта между всеми блоками. Только на третий год больший урожай получен при трех укосах. Видовой состав травостоя первого укоса в среднем за четыре года позволяет выделить травы положительно реагирующие на частое скашивание. Прежде всего, отмечено более активное внедрение дикорастущих злаков на делянки четырех укосные без удобрений – их там в два с лишним раза больше, чем при двух, трех укосах. Однако внесение азотных удобрений снижает их количество в 8-10 раз.

Эффективность применения удобрений зависит от компонентов агрофитоценоза. Конкурентная борьба за элементы питания проявляется в способности растений усваивать их из почвы с большей концентрацией, которая создается при внесении удобрений на разную глубину.

Позиционная доступность минеральных удобрений оказала существенное влияние

на рост и развитие ячменя (табл. 2). Урожайность зерна ячменя в конкретный вегетационный период определялась глубиной и способом размещения минеральных удобрений по пахотному горизонту. Так, три года из восьми внесение NPK на глубину 10 см имело преимущество по сравнению с остальными вариантами и в трех случаях перемешивание NPK со слоем почвы 0-10 см, два года имело преимущество внесение NPK на глубину 5 см. Менее эффективны удобрения при заделке их на глубину 20 см или же перемешивание их с этим слоем.

В среднем за 8 лет исследований наибольшую прибавку урожая (11,3 и 12,8 ц/г) имели варианты с внесением NPK на глубину 10 см и перемешивание их со слоем 0-10 см. Коэффициент использования азота из минеральных удобрений, который определялся балансовым методом, был выше именно на этих вариантах (около 32%).

Таблица 2

Влияние глубины заделки удобрений на урожайность зерна ячменя, ц/га (среднее за 8 лет, опыт2)

Варианты	Урожайность	Прибавка
О	21,4	0
Г-0	29,9	8,5
Г-5	29,9	8,5
Г-10	34,2	12,8
Г-20	25,0	3,5
П-0-5	30,3	8,9
П-0-10	32,7	11,3
П-0-20	27,5	6,1
НСР 05	4,3	

Поверхностное внесение удобрений или же их применение в слое почвы 5 см снижает на 5-7% эффективность азотных удобрений по сравнению с выше указанными вариантами. Коэффициент использования фосфора из фосфорных удобрений в два – три раза меньше, чем азота (рис. 1).

Еще меньше коэффициент использования калия из калийных удобрений. Корреляционный анализ зависимости между использованием NPK ячменем и его урожайностью выявил существенную связь между выносом азота с зерном ($R = 0.95 \dots 0.97$) и средней степенью зависимости по выносу фосфора и калия ($R = 0.45 - 0.60$).

Следовательно, определяющим фактором эффективности использования питательных веществ и параметров урожайности ячменя в условиях Центральных районов Нечерноземной зоны является позиционная доступность азотных удобрений.

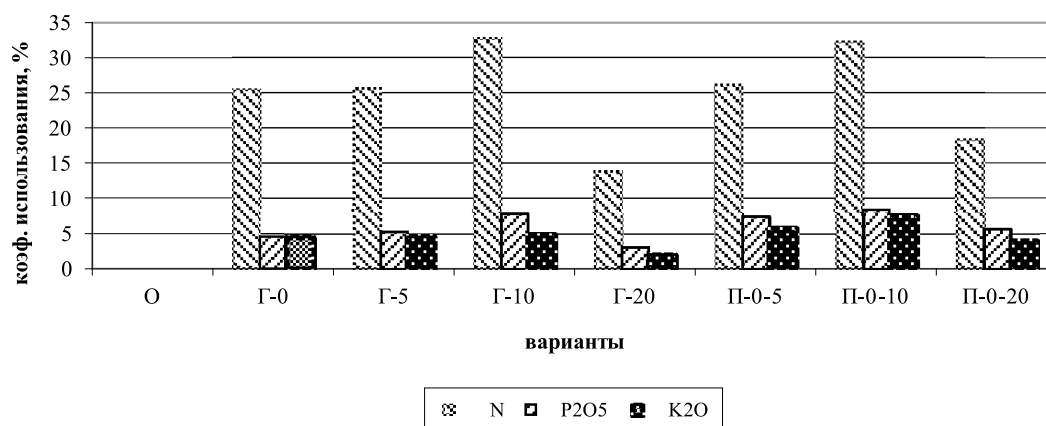


Рис. 1. Влияние способов и глубины размещения удобрений в пахотном горизонте на коэффициент использования из них азота, фосфора и калия ячменем

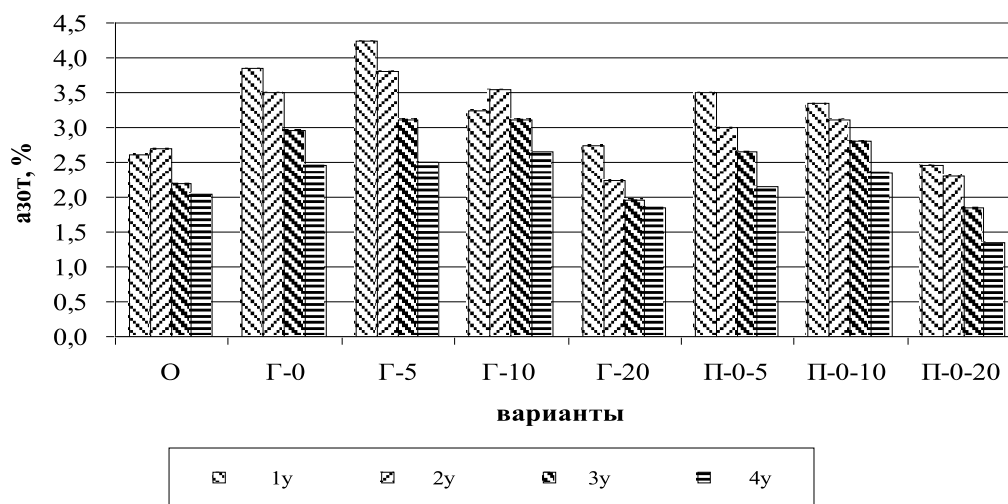


Рис. 2. Влияние глубины заделки удобрений на динамику содержания азота в сорных растениях (опыт 1)

При внесении удобрений на глубину 20 см и перемешивании их с этим слоем вынос азота был несколько меньше и соответствовал содержанию азота на вариантах без внесения удобрений (рис. 2).

По мере роста растений содержание азота в надземной части сорняков снижается и в среднем к фазе полного кущения ячменя составляет 3,2% против 3,4% во время всходов. В фазу полного кущения ячменя (3у) наибольший вынос азота сорняками наблюдается при внесении удобрений в слой почвы 10 см без перемешивания или же с перемешиванием их со слоем почвы 0-10 см.

К фазе выхода в трубку ячменя азота в сорняках становится еще меньше и составляет 2,8%. Наибольший вынос отмечается на вариантах с внесением удобрений

на глубину 10 см. Анализ результатов показывает последовательное поглощение элементов питания по мере развития корневой системы растений и использование питательных веществ из более глубоких горизонтов почвы.

К фазе выхода в трубку ячменя азота в сорняках становится еще меньше и составляет 2,8%. Наибольший вынос отмечается на вариантах с внесением удобрений на глубину 10 см. Анализ результатов показывает последовательное поглощение элементов питания по мере развития корневой системы растений и использование питательных веществ из более глубоких горизонтов почвы.

В табл. 3 представлены данные по содержанию калия в сорных растениях в разные фазы, закономерности которых анало-

гичны результатам по содержанию азота. Наблюдаются некоторые различия в количестве калия в начальные фазы развития сорняков и увеличении его содержания при внесении удобрений на глубину 10 см.

Таблица 3
Динамика накопления калия сухой массой сорных растений в посевах ячменя, (%) (среднее за 3 г. опыт 2)

варианты	сроки учета			
	1у	2у	3у	4у
О	2,8	5,2	5,7	4,5
Г-0	3,8	6,3	7,3	7,0
Г-5	4,8	9,6	11,2	10,4
Г-10	4,8	10,1	10,9	10,1
Г-20	3,0	5,1	6,4	6,2
П-0-5	4,2	8,4	9,8	9,4
П-0-10	3,7	9,2	12,3	9,2
П-0-20	3,1	4,9	6,5	6,9

Корреляционный анализ выявил тесную прямую зависимость между выносом элементов питания сорняками в начальные фазы роста и их массой в конце вегетации. При этом коэффициент корреляции (R) составляет 0,80...0,95. Следовательно, преимущество в росте и развитии получают те сорняки, где позиционная доступность элементов питания лучше в начальные фазы роста и развития. Критический период питания азотом и калием у сорняков приходится на одни и те же фазы их развития – полные всходы -начало интенсивного роста, что можно объяснить требованиями калия в начале роста большинства видов сорняков.

Разноглубинное внесение удобрений создает разную позиционную доступность элементов питания из минеральных туков для сорных растений. Элементы питания из минеральных удобрений используются сорняками в начале вегетационного периода эффективнее, если удобрения размещаются поверхностно или на глубину до 5 см. Установлено видовое различие потребления элементов питания в зависимости от позиционной их доступности для сорняков. Рост и развитие сорных растений зависит от времени поступления элементов питания из удобрений: чем раньше элементы питания поступают в растения, тем интенсивнее рост сорняков.

Нами установлен критический период в потреблении элементов питания ячменя. Для этого был проведен химический анализ растений ячменя за 1981- 1984 годы в следующие фазы ячменя: начало всходов –

первый учёт (1у), всходы – начало кущения второй учёт (2у), начало кущения – полное кущения (3у), конец кущения – начало выхода в трубку (4у), полная спелость при уборке (5у). Результаты анализов, представленные в таблице xxx, показывают, что содержание азота в фазу всходов был больше при заделке минеральных удобрений экраном на глубину 10 см, несколько меньше при внесении их экраном на глубину 5 см и при поверхностном внесении, еще меньше при перемешивании NPK со слоем почвы 0 – 10 см.

Заключение

1) Прибавка абсолютно сухого вещества в злаковых травостоях на 1 кг азота в варианте N120 + 80 + 40 составляла 21,0 кг.

2) Рост и развитие культурных растений, так же как и сорняков, существенно зависит от позиционной доступности минеральных удобрений. В отличие от сорняков растения ячменя интенсивнее поглощают элементы питания из удобрений при их размещении экраном на глубину 10 см или же перемешивании со слоем 10 см. Позиционная доступность азота в фазу всходов – кущения определяет величину урожайности ячменя, а калий – в фазу кущения.

Список литературы

1. Авдонин Н.С. Научные основы применения удобрений / Н.С. Авдонин// – М. Колос, 1972. – 320 с.
2. Афанасьев Р.А. Влияние частоты срезания на урожайность и ботанический состав лугопастбищных трав / Р.А. Афанасьев // Доклады ТСХА, 1972. – Вып. 180. – С. 211-215.
3. Ганжара Н.Ф. Баланс гумуса в почвах и пути его регулирования / Н.Ф. Ганжара // Земледелие, 1986. – № 7. – С. 7-9.
4. Державин Л.М. Альтернативное земледелие и химизация // Достижения науки и техники. – 1991. – № 12. – С. 12.
5. Круть В.М. Эффективность внесения удобрения под озимую пшеницу при почвозащитной технологии обработки почвы и посева. В.М. Круть, Бабич В.И., Нестерец В.Г. и др. // В сб. Рациональное использование удобрений в степи УССР. – Днепропетровск. – 1977. – С. 85-88.
6. Панников В.Д. Почва, климат, удобрение и урожайность/ Панников В.Д., Минеев В.Г.// – М.: Колос. – 1977. – 414 с.
7. Пискунов А.С. Действие азотных удобрений в зависимости от способов внесения / Пискунов А.С. // Агрохимия. – 1978. – № 11. – С. 9-13.
8. Прозорова И.Н. Длительное применение минеральных удобрений и урожайность культурных пастбищ на торфяных почвах/ И.Н. Прозорова // Труды ВНИИК. – 1980. – 24. – С. 94-101.
9. Ромашов П.И. Удобрение сенокосов и пастбищ / Ромашов П.И., Якушев Д. // Луга и пастбища. – 1969. – 3. – С. 15-18.
10. Савицкая В.А. Сравнительное изучение одновидного посева ковра безостого и травосмеси (с тимopheевкой, овсяницей и клевером) в зависимости от режима использования травостоя / В.А. Савицкая // Доклады ТСХА. – 1979. – 254. – С. 75-79.
11. Сапожников Н.А., Корнилов М.Ф. Научные основы системы удобрений в Нечерноземной полосе. – Л.: Колос. 1976. – 296 с.

12. Соколов А.В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. – М.-Л.: Изд. Академия Наук СССР, 1947. – 332 с.
13. Стороженко В.А. Влияние дробного внесения азота на продуктивность культурных пастбищ в условиях орошения / В.А. Стороженко // Доклады ТСХА. – 1971. – Вып. 161. – С. 245-248.
14. Сутягин В.П. Вредоносность сорных растений при различных уровнях минерального питания полевых культур в условиях Центральные районов Нечернозёмной зоны / Сутягин В.П. // Автореф. диссер. на соис. уч. степ. канд.с./х. наук. 1983. – 18 с.
15. Сутягин, В.П. Агрэкологические аспекты продукционного процесса в растениеводстве. / Сутягин В.П., Тюлин В.А. // Тверь, Изд. «Агросфера», 2008. – 332 с.
16. Сутягин В.П. Методические особенности изучения севооборотов с короткой ротацией при применении удобрений и химических средств защиты растений / Сутягин В.П. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2011. № 12. С. 263-267.
17. Сутягин В.П. Принципы формирования устойчивости агрофитоценозов адаптивно-ландшафтного земледелия / В.П. Сутягин. Тверь, Изд. ТГСХА «Агросфера». 2007. – 286 с.
18. Туева О.Ф. Фосфор в питании растений / О.Ф. Туева. – М., изд. Наука, 1966. – 296 с.
19. Тюлин В.А. Дозы соотношения минеральных удобрений на бобово-злаковом травостое / Тюлин В.А. // Сборник трудов ТСХА, 1987. – С. 62-65.
20. Тюлин В.А. Формирование устойчивой продуктивности бобово-злаковых и злаковых травостоев / Тюлин В.А. – Тверь: Изд. ООО «Губернская медицина», 2000. – 224 с.
21. Тюлин В.А. Продукционный процесс зерновых культур и многолетних трав в различных ландшафтных условиях / В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, Н.В. Гриц // М-во сельского хозяйства Российской Федерации, ФГОУ ВПО «Тверская гос. с.-х. акад.». Тверь, 2010.
22. Тюлин В.А. Эффективность приёмов обработки почвы при создании бобово – злаковых травостоев / Тюлин В.А., Кобзин А.Г., Амбросимова Н.Н., Вагунин Д.А. // Кормопроизводство. 2011. № 11. С. 14-16.
23. Чернуха В.Т. Эффективность азотного удобрения в зависимости от сроков и кратности его применения на пойменном культурном пастбище / В. Т. Чернуха // Доклады ТСХА. – 1976. – Вып. 219. – С. 128-132.
24. Шапошникова И.М. Особенности применения удобрений в Ростовской области. И.М. Шапошникова // В кн: Научные основы применения удобрений по зонам страны. – М., 1975, вып.26, – С. 102-107.