

УДК 631.452

**МОНИТОРИНГ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ  
ЗАКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН,  
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО  
СОСТОЯНИЯ И ПУТИ ЕГО ОПТИМИЗАЦИИ**

**Семенова Н.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий  
агрохимик

**Маметов М.И.** директор ФГУ «САС» Альметьевская»  
Станция агрохимической службы «Альметьевская»  
e-mail: [fgy-sas@mail.ru](mailto:fgy-sas@mail.ru)

**Ключевые слова:** плодородие почв, гумус, агрохимический мониторинг, реперный участок, почвенный разрез, гумусовый баланс, биологизация.

*Статья содержит обобщение результатов многолетнего мониторинга пахотных почв Закамья РТ с оценкой динамики изменения содержания и запасов гумуса за период с 1987 по 2016 гг. и оценкой современного состояния режима органического вещества. Составлен прогноз гумусового баланса, и намечены пути оптимизации гумусного состояния черноземов Закамья РТ.*

Кризисная экологическая ситуация, сложившаяся к настоящему времени, стала очевидной. К числу наиболее острых проблем придется с неизбежностью отнести деградацию почв и разрушение почвенного покрова, что тесно коррелирует с плодородием почвенных экосистем.

Проблему плодородия справедливо связывают с её гумусным состоянием [1,2,3]. Особая роль органического вещества в плодородии объясняется его глобальным воздействием на все агрономически важные свойства почвы, его энергетическим значением, тесной сопряженностью его превращений с комплексом агрономических приемов, трудностью воспроизводства органического вещества почвы [4,5,6]. Вследствие необратимого отчуждения с урожаем органического вещества, отсутствия или недостаточности мер по компенсации этого дефицита, а также развития процессов эрозии и дефляции происходит потеря гумуса, что приводит к нарушению почвенных процессов, режимов, снижению плодородия, ухудшению экологической обстановки агроценоза [7].

Неблагоприятное гумусное состояние характерно и для сельскохозяйственных угодий Республики Татарстан, в том числе Закамской зоны [8].

Мониторинговые исследования земель сельскохозяйственного назначения, позволяющие выявить изменение уровня плодородия и его качественного состояния, способствуют формированию информационного банка для эффективного управления и стабильного развития АПК страны.

Цель исследований – анализ динамики гумусного состояния черноземов Закамья РТ за период с 1987 по 2016 гг., агроэкологическая оценка его современного состояния и разработка путей оптимизации режима органического вещества почвы.

**Условия, материалы и методы.** Закамье – самый большой географический район Республики Татарстан, расположенный к югу и юго-востоку от р. Камы. Река Шешма, протекающая почти посередине Закамья, делит его на две части – Западное и Восточное Закамье.

В почвенном покрове преобладающим типом почв являются черноземы, на их долю приходится 70,1 % (рисунок 1). Среди черноземов наибольшее распространение получили черноземы выщелоченные – 45,5 % от общей площади сельскохозяйственных угодий; на долю типичных приходится 13,9 %.

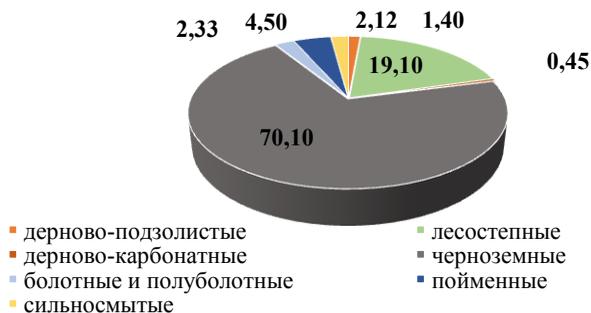


Рисунок 1 – Почвенный покров Закамья, % к площади сельхозугодий.

В работе применяли сравнительно-аналитические методы, стационарные методы наблюдений на реперном участке. Динамика содержания и запасов гумуса изучалась по данным ФГБУ «САС «Альметьевская» за 1987-2017 гг. Сплошное агрохимическое обследование и картирование почв сельскохозяйственных угодий по основным показателям плодородия осуществляются согласно методическим указаниям ЦИНАО [9]. Анализы почвенных проб выполняли по утвержден-

ным ГОСТам и методикам, принятым в Агрохимической службе России: органическое вещество – по методу Тюрина в модификации ЦИ-НАО (ГОСТ 26484-85); определение азота, фосфора и калия в растительных образцах – ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 30504-97.

### Результаты и обсуждение.

Мониторинговые исследования гумусного состояния почвенного покрова Закамской зоны республики, проводимые с 1987 года, показали, что в начале исследования (1987-1991 гг.), несмотря на преобладание черноземов в почвенном покрове, более 50% почв характеризовались низким уровнем содержания органического вещества (рисунок 2).

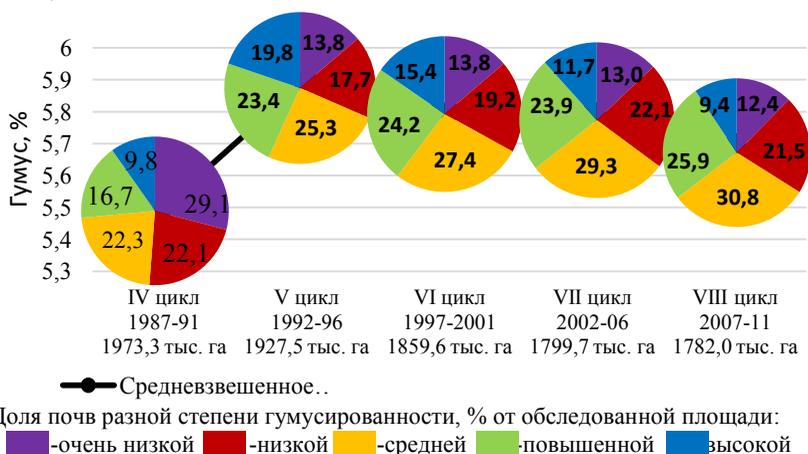


Рисунок 2 – Динамика средневзвешенного содержания гумуса и доля почв разной степени гумусированности в Закамье РТ за 1987-2011 гг.

Из них очень низкий (критический уровень) обеспеченности органическим веществом имели 29,1 % (476 тыс. га). Приблизительно такую же площадь (433,5 тыс. га) занимали почвы с повышенным и высоким содержанием гумуса. Средневзвешенный показатель составил 5,5, что соответствует средней степени гумусированности.

Неблагоприятное гумусное состояние пахотных почв Закамья в обозначенный период привело к необходимости принятия мер, направленных на повышение почвенного плодородия. Благодаря значимой работе земледельцев с органическими удобрениями в период интенсивной химизации (1987-1996 гг.), когда на 1 га пашни объем вне-

сения составил 5,7 т (рис. 3), удалось повысить содержание органического вещества в пахотном слое почвы до 5,9 %. Заметно уменьшились площади почв с очень низким и низким содержанием гумуса, которые в 1992-1996 гг. составили 607,4 тыс. га, что в 1,4 раза (на 19,7 %) меньше по сравнению с предыдущим пятилетним периодом.

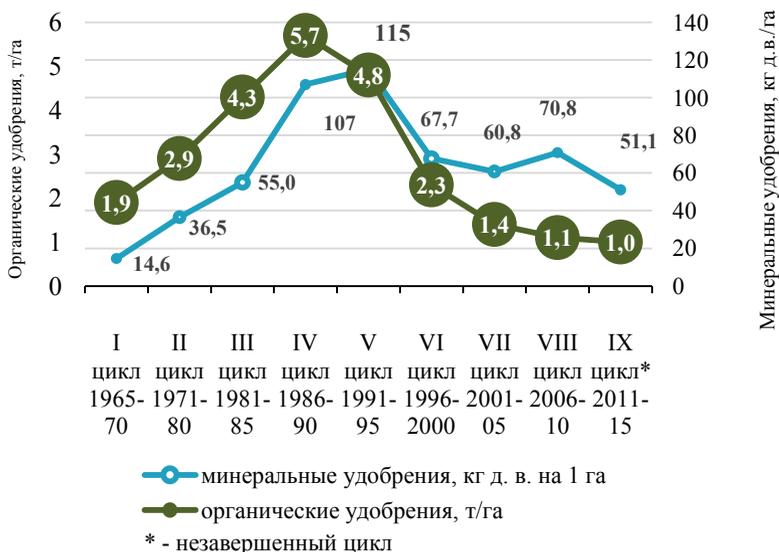


Рисунок 3 – Динамика использования органических и минеральных удобрений в Закамье РТ по циклам агрохимического обследования.

Снижение объемов агрохимических работ, начиная с 1996 г. наметило тенденцию ухудшения плодородия почв пашни Закамья: наряду с ростом площадей почв со средней обеспеченностью органическим веществом увеличились и площади почв с очень низким и низким содержанием гумуса. К концу последнего цикла агрохимического обследования они составили 33,9 %. Одновременно в 2,3 раза уменьшились площади высокогумусированных почв – с 382,6 тыс. га до 166,8 тыс. га. Средневзвешенный показатель снизился до 5,7 %.

По данным последнего незавершенного цикла агрохимического обследования (2011-15 гг.), объем внесения органических удобрений на 1 га посева составил 1 т, что на 0,9 т меньше в сравнении с периодом начала химизации (1965-70 гг.). Последнее позволяет прогнозировать снижение плодородия некогда «богатых» черноземных почв, и,

как следствие, снижение продуктивности земледелия.

По данным ФГБУ «САС «Альметьевская» на 01.01.2017 г., при оптимальном для черноземов Закамья содержании гумуса 6,2 % лишь 30,1 % почв (528 тыс. га) к настоящему времени характеризуются повышенным содержанием гумуса. Это – черноземы выщелоченные Азнакаевского, Бавлинского, Бугульминского, Лениногорского, Черемшанского, Чистопольского и Ютазинского районов (рисунок 4).

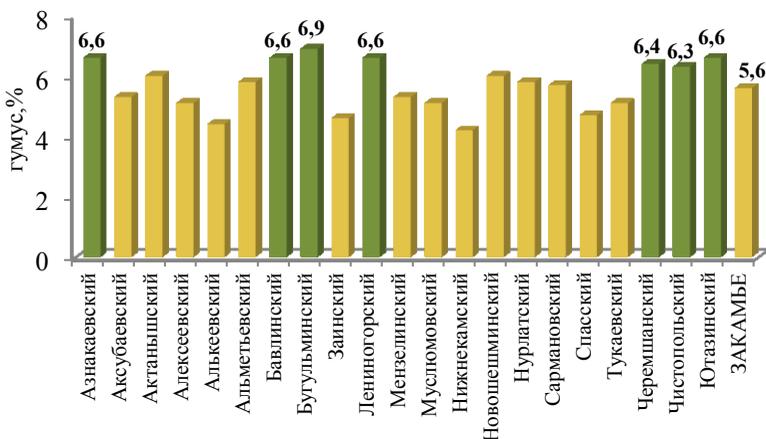


Рисунок 4 – Средневзвешенное содержание гумуса в почвах Закамья на 01.01.2017 г., %

Остальные 1223,7 тыс. га (69,9 %) – среднегумусированные почвы. Среди них следует отметить почвы Алькеевского и Спасского районов со средневзвешенным содержанием гумуса 4,4 и 4,7 % соответственно, приближающимся к критическому уровню 3,5-4,0 %.

С целью оценки гумусного состояния черноземов Закамья РТ проведен анализ результатов мониторинга реперного участка, расположенного в зоне обслуживания ФГБУ «САС «Альметьевская» и охватывающего основной тип почв Закамской зоны. Реперный участок заложен в 1992 году в совхозе «Акташский» Альметьевского района на площади 127 га. Почва – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. По содержанию гумуса в пахотном слое относится к среднегумусному, при этом в первые два года с момента закладки участка характеризовался высоким и повышенным содержанием гумуса.

Динамика содержания гумуса чернозема выщелоченного реперного участка за период с 1992 по 2016 гг. представлена на рисунке 5. Как видно, значительные колебания содержания гумуса в слое почвы 0-20 см происходили с 1992 по 1993 гг., с 1993 по 1994 гг., с 1995 по 1996 гг., с 2003 по 2004 гг. и составили -0,9; -1,2; -0,2 и +0,2 %. Наибольшие изменения содержания гумуса в метровом слое почвы с 1992 по 1997 гг. и с 2003 по 2004 гг. составили +0,42; -0,91; +0,94; -1,00 % и +0,88 % соответственно.

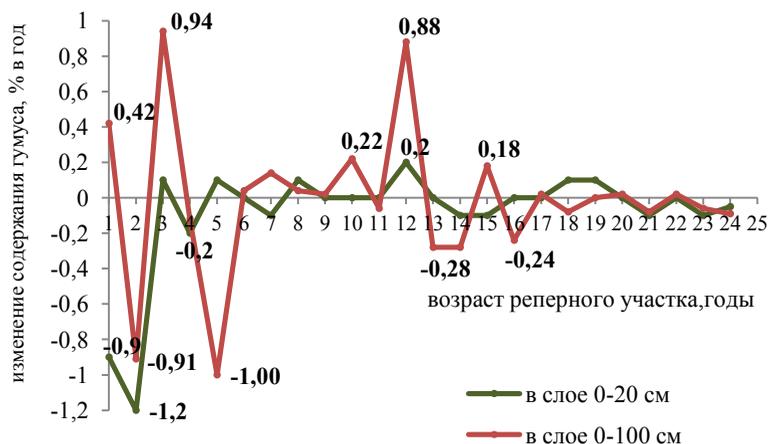


Рисунок 5 – Изменение содержания гумуса в черноземе выщелоченном реперного участка за период с 1992 по 2016 гг., % в год

Резкое снижение содержания гумуса в почве реперного участка в первые два года наблюдений труднообъяснимы. С.М. Надежкиным [10] выявлено, что между гумусным состоянием, степенью насыщенности почв основаниями и климатическими факторами существуют адекватные (более 50 %) связи. Если учесть, что в данные годы сумма осадков превышала средние многолетние показатели почти в 1,5 раза, и именно в этот же период произошло снижение суммы поглощенных оснований, то, по-видимому, сочетание разных факторов как природных, так и агрогенных, привело к наблюдаемому явлению в гумусном состоянии реперного участка за 1992-93 гг.

Чернозем выщелоченный реперного участка характеризовался высокими запасами гумуса в слое 0-100 см в 1993, 1995, 1996, 2004, 2005

и 2007 г. Величина запасов гумуса варьировала от 306 т/га в 1997 г. до 460 т/га в 2004 г. При сопоставлении их с запасами гумуса в слое 0-20 см отмечались расхождения максимумов и минимумов по годам.

Так, наибольшие запасы гумуса в пахотном слое чернозема выщелоченного наблюдались в первые два года с момента закладки реперного участка и составляли 174 и 156 т/га, наименьшие – на пятый и восьмой годы – 130 т/га. Варьирование величины процентного содержания гумуса в слое 0-20 см от всего содержания в слое 0-100 см по годам составило 29,6-46,4 %, в слое 20-40 см – 24,6-30,7 %. В среднем за период в пахотном слое чернозема выщелоченного сосредотачивалось примерно 36,3 %, в подпахотном – 27,3 % общего гумуса метрового слоя, вследствие чего содержание гумуса быстро уменьшалось с глубиной.

При изучении изменения запасов гумуса по профилю чернозема выщелоченного за пятилетние циклы выявлены расхождения в характере распределения гумуса по почвенному профилю в 1992, 1997, 2002, 2007, 2012 и 2016 гг. Более резкое падение содержания гумуса по профилю почвы наблюдалось в 1992 и 1997 гг., когда на пахотный и подпахотный слои приходилось 76,5 и 73,2 % гумуса метрового слоя. При этом в слое 0-20 см сосредотачивалось 46,4 и 43,1 % общего гумуса соответственно, а в слое 20-40 см – 30,1%. Более плавное уменьшение запасов гумуса отмечалось в 2007 году: в слое 0-40 см содержалось 57,9 % общего гумуса метрового слоя, с глубиной запасы распределялись равномерно. 2002, 2012 и 2016 гг. занимали в этом отношении промежуточное положение: запасы гумуса в слое 0-20 см составили 36,4; 35,4 и 36,5 % общих в метровом слое, а в слое 20-40 см – 27,0; 25,0 и 25,1 %, на оставшиеся слои приходилось 36,6; 39,6 и 38,4 % соответственно. В целом за 25 лет наблюдений запасы гумуса в пахотном и подпахотном слоях сократились на 14,9 %.

Таким образом, мониторинг гумусного состояния чернозема выщелоченного на реперном участке подтвердил общую тенденцию снижения содержания и запасов гумуса: за период с 1992 по 2016 гг. наблюдалось истощение содержания и запасов гумуса в слое 0-20 см на 2,15 % или 43 т/га, в слое 0-100 см на 0,26 % или 16 т/га соответственно.

Последнее свидетельствует о том, насколько сложна проблема воспроизводства плодородия почвы и, прежде всего, содержания и запасов гумуса. При этом важен прогноз гумусового баланса, рассчитываемый с учетом сложившейся в настоящее время системы земледелия и уровня урожайности культур [14].

Расчеты гумусового баланса пахотных почв Закамья РТ показа-

ли, что в начале агрохимического обследования (1965-70 гг.) поступление в почву пожнивно-корневых остатков сельскохозяйственных культур 2,2 т/га и внесение навоза 1,9 т/га не компенсировали потери гумуса 0,6 т/га, и дефицит его составил 0,1 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Баланс гумуса в пахотных почвах Закамья Республики Татарстан и потребность в органических удобрениях

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	цикл 1965- 1970	цикл 1971- 1980	цикл 1981- 1985	цикл 1986- 1990	цикл 1991- 1995	цикл 1996- 2000	цикл 2001- 2005	цикл 2006- 2010	цикл 2011- 2015
Средняя урожайность зерновых, ц/га	14,4	13,4	16,0	16,6	20,0	22,8	31,8	24,8	23,5
Вынос азота урожаем, кг/га	43,2	40,2	48,0	49,8	60,0	68,4	95,4	74,4	70,5
Поступление азота в почву, кг/га	15,1	15,0	15,4	15,5	16,1	16,6	18,1	16,9	16,7
Потери из почвы: азота, кг/га	28,1	25,2	32,6	34,3	43,9	51,8	77,3	57,5	53,8
гумуса, т/га	0,6	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,5	1,1	1,1
Поступление в почву органического вещества и гумуса, т/га:									
ПКО	2,2	2,0	2,4	2,5	3,0	3,4	4,8	3,7	3,5
навоз	1,9	2,9	4,3	5,7	4,8	2,3	1,4	1,1	1,0
гумус	0,5	0,6	0,8	0,9	0,9	0,7	0,9	0,7	0,6
<b>Баланс гумуса, + - т/га</b>	<b>-0,1</b>	<b>+0,1</b>	<b>+0,2</b>	<b>+0,2</b>	<b>0</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,4</b>	<b>-0,5</b>
Потребность в органических удобрениях, т/га: для ликвидации некомпенсированных потерь гумуса	1	0	0	0	0	3	6	4	6
для бездефицитного баланса гумуса	2,9	2,9	4,3	5,7	3,0	5,3	7,4	5,1	6,0

С 1971 по 1990 гг. установился положительный баланс гумуса, а в 1991-95 гг. – бездефицитный. В связи с резким сокращением уровня применения органических удобрений с 1996 года наметилась неблагоприятная тенденция ухудшения баланса органического вещества пахотных почв зоны. Довольно высокий дефицит гумуса – 0,5 т/га при ежегодных его потерях – 1,1 т/га сложился к концу 2015 г. Для покрытия дефицита гумуса объемы применения органических удобрений

должны составлять 6 т/га, тогда как фактически на 1 га пашни внесли 1 т. Покрытие дефицита гумуса только за счет внесения органических удобрений весьма проблематично из-за трудностей экономического характера. Поэтому проблема гумуса, прежде всего, должна решаться за счет создаваемого в агроценозах органического вещества, и альтернативы этому нет.

Источниками органического вещества в современной биологизации земледелия являются посевы многолетних трав, сидеральные культуры в основных и промежуточных посевах, а также солома [12]. Так, каждый гектар многолетних трав оставляет 4-5 т корневых и пожнивных остатков и около 150-160 кг связанного азота, 1 кг которого обходится в 8 раз дешевле, чем 1 кг азота промышленных туков. Кроме того, А.С. Салихов и Ш.А. Алиев (2000 г.) установили: 1) в условиях республики заделка в почву 25 т зеленой массы донника эквивалентна 60 т подстилочного навоза, а рапса – 40 т; 2) питательные вещества, вносимые с сидеральными культурами, обходится в 1,6 раз дешевле, чем внесение эквивалентного количества навоза, и в 6 раз дешевле по сравнению с промышленными туками; 3) в 2,5 т соломы, которую можно внести в среднем на 1 га, содержится 42,5 кг д. в. азота, фосфора и калия и 2000 кг органического вещества.

Результаты анализа зеленой массы и корней горчицы белой и редьки масличной, проводимого ФГБУ «САС «Альметьевская» в 2017 г., показали фактический выход НРК горчицы белой в ООО АФ «Зай» Заинского района – 139,1 и 11,8 кг/га; горчицы белой и редьки масличной в ООО АФ «Нуркеево» Сармановского района – 166,6 и 33,0 кг/га и 254,4 и 33,6 кг/га соответственно (таблица 2, рисунок 6).

Таблица 2 – Урожайность сидеральных культур в хозяйствах АО «Агросила» и содержание в них основных элементов питания на момент заделки (23.06.2017)

Хозяйство	Культура	Урожайность, ц/га				Содержание, % на АСВ					
		зеленой массы		корней		в зеленой массе			в корнях		
		натура	АСВ	натура	АСВ	N	P	K	N	P	K
ООО АФ «ЗАЙ»	горчица белая	207	31,2	21	4,4	2,03	0,33	2,10	0,74	0,38	1,55
ООО АФ «Нуркеево»	горчица белая	239	29,9	46	8,5	2,87	0,35	2,87	1,19	0,33	2,35
	редька масличная	392	34,1	51	7,5	3,00	0,54	3,92	1,36	0,45	2,68

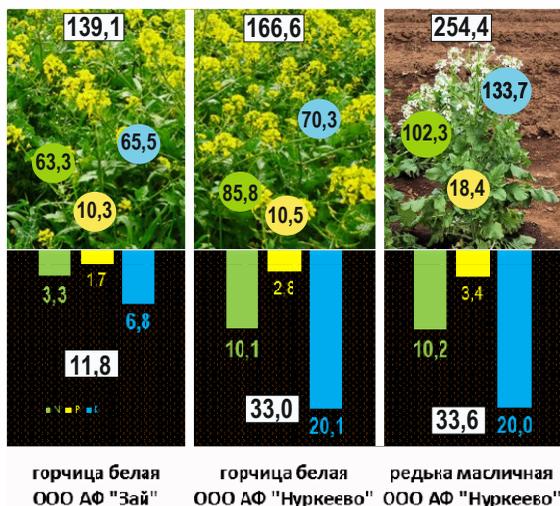


Рисунок 6 – Фактический выход NPK, кг/га

Высокий выход элементов питания в сочетании с благоприятным воздействием на почву (фитосанитарное, гербицидное, перевод труднодоступных форм фосфора и калия, микроэлементов в доступные, улучшение физико-механических свойств) и биологическими особенностями сидеральных культур (холодостойкость, скороспелость, интенсивный рост) выдвигает горчицу белую и редьку масличную в ряд перспективных «зеленых» удобрений.

### Заключение

1. Анализ содержания и запасов гумуса черноземов Закамья РТ показал значительную динамику данных показателей. При этом выделяют два периода: до середины 90-х годов XX столетия и до нашего времени. Первый период характеризовался накоплением органического вещества и увеличением запасов гумуса ежегодно (в среднем на 2,4 т/га), во втором наблюдались ежегодные его потери на 0,4 т/га.

2. В результате локального мониторинга на реперном участке за 1992-2016 гг. установлено, что негативное антропогенное воздействие на почвенный покров сохраняется: содержание гумуса в пахотном слое уменьшилось – на 2,15% (43 т/га), в метровом – на 0,26% (16 т/га).

3. В настоящее время средневзвешенный показатель содержания гумуса в почвах Закамья РТ составляет 5,6%, что характеризует их как среднегумусированные. Сложился довольно высокий дефицит гумуса -

0,5 т/га при ежегодных потерях 1,1 т/га.

4. Для сохранения плодородия пахотных почв Закамья РТ необходимо вносить органические удобрения не менее 6 т/га, а минеральные удобрения – в расчетных дозах на планируемую урожайность с учетом обеспечения положительного баланса элементов питания и соблюдения оптимального соотношения N:P:K; максимально использовать биогенные ресурсы – многолетние травы, солому, сидеральные культуры (особенно горчицу белую и редьку масличную).

#### **Библиографический список:**

1. Винокуров, М.А. и др. Гумус почв Волжско-Камской лесостепи и его роль в плодородии / М.А. Винокуров, А.В. Колоскова, Г.И. Сперанская, К.Ш. Шакиров / Казань: Изд-во Каз. ун-та. – 1972. – 132 с.

2. Лыков, А.М. Гумус и плодородие почвы. М.: Московский рабочий. – 1985. – 200 с.

3. Черников, В.А. и др. Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др. / М.: Колос. – 2000. – 536 с.

4. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука. – 1980. – 288с.

5. Фокин, А.Д. Влияние органического вещества на агрономические свойства и режимы почвы / Концепция оптимизации органического вещества почв в агроландшафтах. – М.: Изд-во МСХА. – 1993. – С. 34-39.

6. Куликова, А.Х. Последствие органических удобрений на свойства почвы и урожайность яровой пшеницы / А.Х. Куликова, Г.В. Сайдяшева // Агрохимия. – 2014. – № 5. – С. 41-48.

7. Литвак, Ш.И. Агрэкологический мониторинг и методы управления расширенным воспроизводством плодородия в интенсивном земледелии / Ш.И. Литвак / Агрэкологический мониторинг и проблемы расширенного воспроизводства плодородия почв // Науч. тр. ВИУА. М. – 1991. – С. 18.

8. Нуриев, С.Ш. Состояние плодородия почв Республики Татарстан и проблема повышения их плодородия. / С.Ш. Нуриев, А.А. Лукманов, К.М. Хуснутдинов, И.Н. Салимзянова / Казань: ООО «ИПЦ «Экспресс-формат». – 2009. – 160 с.

9. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М, 2003. – 240 с.

10. Надежкин, С.М. Органическое вещество почв агроландшафтов лесостепи Приволжской возвышенности и пути его оптимизации: Автореф...дисс. д-ра биол. наук. Воронеж, 1999. – 47 с.

11. Салихов, А.С. и др. Меры повышения плодородия земель в Республике Татарстан / А.С. Салихов, Ш.А. Алиев // Земледелие. – 2000. – № 4. – С. 18-19.

12. Куликова, А.Х. Почвоведение основа продовольственной и экологической безопасности страны. / А.Х. Куликова, А.В. Карпов / Тезисы докладов VII съезда почвоведов им. В.В. Докучаева. Белгород. – 2016. – С. 42-43.

**MONITORING OF THE HUMUS STATUS CHERNOZEMS OF  
ZAKAMYE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN  
AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CURRENT  
STATUS AND WAYS OF ITS OPTIMIZATION**

**Semenova N.V.** In. the candidate of agricultural Sciences, a leading agricultural chemist Station of agrochemical service «Almetyevsk»

**Mamedov M.I.** Director of the « Station of agrochemical service»  
Almetyevsk»

***Key words:** soil fertility, humus, soil agrochemical monitoring, benchmark site, soil cut, humus balance, biological.*

*The article contains the generalization of the results of long-term monitoring of arable soils of the Kama river region of Tatarstan Republic with the assessment of dynamics of changes in the content and reserves of humus in the period of 1987 to 2016 and the assessment of the current state of the mode of organic matter. The forecast balance of humus and the ways of optimization of the humus status of chernozems of Zakamye of Tatarstan.*

УДК 631.92 : 631.963

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА  
ЗАЛЕЖИ**

***Титова В.И.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Ветчинников А.А.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

*ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА,*

*e-mail: [titovavi@yandex.ru](mailto:titovavi@yandex.ru); [vetchinnikov@rambler.ru](mailto:vetchinnikov@rambler.ru)*

***Ключевые слова:** залежь, срок неиспользования, плодородие, сукцессия, видовой состав травостоя.*

*В настоящее время проблема поддержания почвенного плодородия, а также неиспользования пахотных дерново-подзолистых почв приобретает особую актуальность. При этом остро встаёт пробле-*